

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Sistema de e-learning ligero para evaluar el impacto de la gamificación en entornos educativos

Máster Universitario en Ingeniería informática

Autor: Pepa, Guido Martín

Tutor: Jurado Monroy, Francisco

Ponente: Cantador Gutiérrez, Iván

FECHA: Septiembre, 2017

Agradecimientos

A lo largo del master, he tenido la oportunidad de conocer nuevos amigos y amigas. Quiero agradecer a todos y cada uno de mis compañeros que me acompañaron en este curso por la ayuda que me dieron y por hacer este curso mucho más entretenido y divertido.

Por un lado, agradecer a mi familia todo el apoyo que me dan día tras día.

Por otro lado, agradecer tanto a Francisco Jurado Monroy como a Iván Cantador Gutiérrez por la oportunidad de desarrollar este TFM con ellos, además de toda la ayuda que he recibido durante el desarrollo de este trabajo.

Resumen

Al empleo de elementos (mecánicas y dinámicas) procedentes del mundo de los juegos para potenciar la motivación, entre otros aspectos, en entornos que no son juegos se denomina gamificación.

En el presente trabajo de fin de máster se presenta el procedimiento que se ha seguido para desarrollar un sistema de e-learning destinado a evaluar el impacto de la gamificación en un entorno educativo. Para cumplir este objetivo, en el sistema se han incluido diferentes técnicas de juego que permitan a profesores y docentes comprobar cómo afectan a la motivación de cada uno de los alumnos.

Dado que cada persona tiene una personalidad diferente, es posible que su forma de interactuar con el sistema varíe de una a otra. Además, ciertos elementos de juegos que resulten atractivos y motiven a uno, pueden resultar poco atractivos y poco motivadores para otros. Por esta razón, se debe medir la motivación y preferencias de cada uno de los estudiantes de forma individual.

El sistema de e-learning desarrollado consiste en una aplicación web que no solo permitirá a los estudiantes consultar su progreso, perfil, etc., sino que también permitirá a los investigadores analizar los patrones de comportamiento de cada uno de los estudiantes, con el fin de encontrar una relación entre su tipo de perfil (tipo de jugador y motivaciones) y su proceso de aprendizaje.

Uno de los objetivos principales de este trabajo es el desarrollo de una aplicación web cuya arquitectura sea lo más ligera posible y que tenga la capacidad de adaptarse a cualquier asignatura y curso en el que se implante. Además, se ha diseñado de modo que pueda ser utilizada por cualquier persona, sin la necesidad de altos conocimientos en informática.

Por un lado, para conseguir que la arquitectura sea ligera, se utilizarán una serie de herramientas desarrolladas por la organización Google (Google Forms, Google Spreadsheets y Google App Script). Gracias a esto, todos los datos con los que trabaja la aplicación web, es posible alojarlos en la nube de Google. De esta forma, se consigue que la arquitectura de la aplicación web sea lo más simple y ligera posible.

Por otro lado, la aplicación web debe ser capaz de poder adaptarse a cualquier asignatura, independientemente del campo de estudio que se esté tratando. Para cumplir este objetivo y al igual que el caso anterior, se utilizarán las herramientas de Google mencionadas anteriormente, particularmente Google Forms. Esta herramienta permite al personal docente crear ejercicios tipo test y de respuesta corta que posteriormente pueden ser incluidos en la aplicación web. De esta forma, se consigue que cualquier profesor pueda crear sus propios ejercicios relacionados con la asignatura que imparte, incluirlos en la aplicación web y que, a partir de ese momento, estén disponibles para todos los estudiantes en un entorno gamificado.

Palabras clave

Gamificación, motivación, dinámicas de juego, mecánicas de juego, tipo de jugador, entorno e-learning, Material Design, Materialize, Google Forms, Google Spreadsheets.

Abstract

The use of game techniques (mechanics and dynamics), with the aim of fostering the motivation, effort, among other aspects, is called gamification.

This work presents the procedure followed to develop an e-learning system aimed to evaluate the impact of gamification in an educational environment. To fulfill this objective, in the system we have included different game techniques with that allow verifying how they affect the motivation of each one of the students.

Given that each person has a different personality, it is possible that the way of interacting with the system varies from one person to other. In addition, certain elements of games that are attractive and motivate a student, may be unattractive and non-engaging for others. For this reason, we should measure the motivation of each one of the students individually.

The e-learning system developed is a website that not only will allow students to see their progress, profile, etc., but also will allow researchers to analyze the patterns of behavior of each one of the students, in order to find a relationship between their profile type (type of player) and their way of surfing the web page.

One of the main objectives of this work is the development of a web application whose architecture is as light as possible and that has the capacity to adapt to any subject and course in which it is implanted. In addition, it has been designed with the aim that it can be used by any type of person (without the need for high computer skills).

On the one hand, to make the architecture light, we will use some tools developed by Google (Google Forms, Google Spreadsheets and Google App Script). Thanks to this, all the data with which the web application works, will be hosted in the servers that Google has dedicated to such tools. In this way, it is possible to make the architecture of the web application as simple and light as possible.

On the other hand, the web application must be able to be adapted to any subject, regardless of the field of study. To meet this goal and like the previous case, the Google tools mentioned above will be used. In this case, the tool which will be used is Google Forms. This tool allows teachers to create test exercises that can later be included in the web application with minor modifications. In this way, it is possible for any teacher to create their own exercises (related to the subject they teach), to include them in the web application and, from that moment, be available to all students.

Keywords

Gamification, motivation, game dynamics, game mechanics, player type, e-learning, Material Design, Materialize, Google Forms, Google Spreadsheets.

Contenido

1	Introducción	1
1.1	Motivación.....	1
1.2	Objetivos	4
1.3	Contribuciones.....	7
1.4	Estructura del documento.....	7
2	Contexto.....	9
2.1	Gamificación.....	9
2.1.1	Fundamentos teóricos de la gamificación	14
2.1.2	Elementos de la gamificación.....	16
2.2	E-learning.....	28
2.2.1	Entornos e-learning.....	29
3	Trabajo relacionado.....	35
3.1	Juegos serios y Gamificación en la educación.....	35
3.2	Sistemas e-learning gamificados	38
4	Sistema desarrollado.....	41
4.1	Diseño del sistema	41
4.1.1	Requisitos funcionales y no funcionales.....	41
4.1.2	Funcionalidad del sistema	42
4.1.3	Arquitectura ligera.....	45
4.1.4	Configuración flexible y sencilla del sistema.....	50
4.1.5	Diseño de la interfaz de usuario.....	56
4.1.6	Interfaz gráfica.....	64
4.2	Desarrollo del Sistema	66
4.2.1	Objetivos y actividades de aprendizaje	66
4.2.2	Mecánicas de gamificación.....	66
4.2.3	Perfiles de usuario.....	69
4.3	Sinopsis.....	74

5	Evaluación	77
5.1	Configuración y proceso de validación	77
6	Conclusiones y trabajo futuro	81
6.1	Conclusiones	81
6.2	Trabajo futuro	82
	Referencias	83
	Anexos.....	87
	A Anexo cuestionario System Usability Scale (SUS)	87

Índice de figuras

Figura 2.1 Página de error de la red social Twitter.....	11
Figura 2.2 Aplicación “ClassDojo”	11
Figura 2.3 Aplicación “Hackend”	12
Figura 2.4 Modelo MDA	15
Figura 2.5 Pirámide de los elementos de la gamificación.....	17
Figura 2.6 Mecánicas de juego	18
Figura 2.7 Dinámicas de juego	20
Figura 2.8 Tipos de jugador según Bartle.....	23
Figura 2.9 Ampliación de tipos de jugadores según Bartle	25
Figura 2.10 Ampliación de tipos de jugadores según Marczewski	27
Figura 2.11 Clasificación Marczewski de los diferentes tipos de jugador	27
Figura 2.12 Tipos de jugador según Marczewski	28
Figura 2.13 Arquitectura hardware/software de una plataforma e-learning	33
Figura 4.1 Caso de uso: acciones que pueden realizar los usuarios (profesor y estudiante)	42
Figura 4.2 Caso de uso: crear y publicar un formulario en la aplicación web	43
Figura 4.3 Caso de uso: completar formulario de ejercicios	44
Figura 4.4 Funcionamiento general de la aplicación web.....	45
Figura 4.5 Formulario de ejercicios realizado con Google Forms	49
Figura 4.6 Ejemplo de hoja de cálculo de Google.....	49
Figura 4.7 Fragmento de código desarrollado con Google App Script	50
Figura 4.8 Fragmento de código aportado con el sistema	53
Figura 4.9 Expresión regular para validar el formato del correo electrónico.....	54
Figura 4.10 Definición de los formularios para los temas de una asignatura.....	55
Figura 4.11 Definición de los formularios para cada concepto de la asignatura	56
Figura 4.12 Sección "Mis logros" de la aplicación web (I)	57
Figura 4.13 Sección "Mis logros" de la aplicación web (II)	58
Figura 4.14 Sección "Mis logros" de la aplicación web (III)	58
Figura 4.15 Sección "Ejercicios" de la aplicación web	59
Figura 4.16 Sección "Foro" de la aplicación web	60
Figura 4.17 Sección "Progreso personal" de la aplicación web	61
Figura 4.18 Sección "Progreso de la clase" de la aplicación web	62
Figura 4.19 Sección "Ranking individual" de la aplicación web	63
Figura 4.20 Sección "Ranking por equipos" de la aplicación web	63
Figura 4.21 Menú de la aplicación desde dispositivo móvil.....	65
Figura 4.22 Menú de la aplicación desde un ordenador	65
Figura 4.23 Pares de dicotomías según el modelo MBTI	72

Figura 4.24 Tipos de personalidad según Myers-Briggs	72
--	----

Índice de tablas

Tabla 2.1 Diferencias entre Game Inspired Design, Gamification, Simulation, Serious Game y Game	13
Tabla 3.1 Categorización de los diferentes estilos de motivación	38
Tabla 3.2 Relación entre las preguntas del cuestionario e interés del usuario.....	39
Tabla 3.3 Relación entre estilo de motivación y elemento de la gamificación	39
Tabla 5.1 Resultados evaluación de usabilidad	78

Glosario

Aplicación web	Aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web, que se encargarán de la ejecución de dicha aplicación.
Gamificación	Uso de mecánicas de juego en entornos ajenos al juego.
Plataforma e-learning	Espacio virtual de aprendizaje orientado a facilitar la experiencia de capacitación a distancia.
Smartphone	Tipo de teléfono móvil caracterizado por tener una mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades.
Material design	Normativa de diseño enfocado en la visualización del sistema operativo Android, además en la web y cualquier plataforma.
Usabilidad	Facilidad con que las personas pueden utilizar una herramienta determinada con el fin de alcanzar un objetivo concreto.
MDA	El MDA (Mechanics-Dynamics-Aesthetics) es una herramienta utilizada para analizar juegos, basada en diferenciar 3 capas que definen un juego: mecánicas, dinámicas y estética.
ARCS	Se trata de un modelo propuesto por Jhon M. Keller en el cual se divide la motivación de un estudiante en 4 componentes (attention, relevance, confidence and satisfaction) y proporciona diferentes estrategias para que los profesores incorporen cada uno de estos componentes en sus cursos, fomentando así la motivación del alumno.
LMS	Un LMS (Learning management system) es un software instalado en un servidor web que se emplea para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación no presencial de una institución u organización.

MSLQ	El MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire) es un cuestionario que ha sido utilizado en numerosas investigaciones con el objetivo de evaluar la motivación y las creencias del alumnado, entre otros aspectos.
STD	La STD (Self-Determination Theory), es una teoría basada en la motivación de las personas a la hora de tomar decisiones que la gente hace sin ningún tipo de influencia externa.
MBTI	El MBTI (Indicador de tipo de Myers-Briggs), es un test de personalidad diseñado para ayudar a una persona a identificar algunas de sus preferencias personales más importantes (relacionado con su personalidad).
BPNS	El BPNS (Basic Psychological Need Satisfaction Scales), es un conjunto de cuestionarios que evalúan el grado en que las personas sienten la satisfacción de tres necesidades: autonomía, competencia y relaciones.
IMI	El IMI (Intrinsic Motivation Inventory), es un cuestionario gracias al cual es posible medir el nivel de interés/disfrute de los participantes de una actividad determinada.
SUS	El SUS (System Usability Scale), se trata de un cuestionario que permite medir la usabilidad de una aplicación.

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo se detallarán los objetivos principales que se pretenden conseguir en este trabajo y las razones por las cuales se ha decidido desarrollar un sistema de e-learning gamificado.

En el apartado 1.1 se definen y analizan todos los conceptos relacionados con la gamificación. Además, se detallan diferentes trabajos de investigación que han sido elaborados sobre este tema.

Posteriormente, en el apartado 1.2 se detallan todos los objetivos que se pretenden alcanzar con la elaboración de este trabajo y, en la sección 1.3, se menciona todo el trabajo realizado para completar cada uno de estos objetivos.

Por último, en el apartado 1.4 se muestra la estructura que sigue este documento.

1.1 Motivación

Como ocurre en todo proceso de aprendizaje, los alumnos se deben esforzar para poder conseguir los objetivos de aprendizaje que se planteen en el curso. En ocasiones, la motivación de los estudiantes sobre una determinada materia, no es suficiente como para que éstos muestren el interés necesario. Este hecho puede ser causado por diferentes factores, sin embargo, uno de los factores que más pueden afectar es el sistema que se utiliza actualmente a la hora de enseñar. Por esta razón, se debe buscar otra forma de captar la atención de los estudiantes.

Con el auge actual de los videojuegos, se han realizado numerosos estudios que intentan utilizar los elementos de los juegos en otros entornos diferentes al de los videojuegos con el objetivo de captar la atención de los usuarios. A esto se le denomina gamificación [1]. Así en el caso que ocupa al presente Trabajo Final de Master, se estudia la aplicación

de diferentes elementos de juegos para apoyar el proceso de aprendizaje e incrementar la motivación de los estudiantes con respecto al estudio y la enseñanza. A la utilización de técnicas de juego en un entorno educativo se le denomina gamificación aplicada a la educación [2].

Los juegos, de una forma u otra, incrementan la motivación de los jugadores de diferentes formas [3]. Por ejemplo, existen juegos que captan la atención de los jugadores por su aspecto competitivo, por protagonizar una historia, por formar parte de un equipo, etc. A partir de este conocimiento, una posible solución al problema presentado anteriormente, es la inclusión en el entorno educativo de estos elementos y mecánicas de juegos que motivan a los diferentes tipos de jugadores. De esta forma, no solo se consigue que los estudiantes adquieran conocimientos de un tema determinado, sino también que estén motivados durante todo el proceso de aprendizaje.

La gamificación en educación, consiste en aplicar diferentes elementos y conceptos pertenecientes a juegos tales como sus mecánicas y dinámicas con el fin de hacer mucho más atractivo el proceso de aprendizaje, la obtención de determinadas competencias y la adquisición de conocimientos sobre un área determinada para los alumnos [4][5].

Aplicar la gamificación en un entorno diferente a un juego no es una novedad. Actualmente, existen diferentes entornos en los cuales se han aplicado técnicas de juegos con el objetivo de captar la atención de un público determinado. Por ejemplo, páginas web que utilizan un sistema de puntos para captar la atención de los clientes como PcComponentes (<https://www.pccomponentes.com>), aplicaciones utilizadas en e-learning como Duolingo (<https://www.duolingo.com>) - que incluye la obtención de diferentes tipos de logros para aprender idiomas- o Class Dojo (<https://www.classdojo.com>) - que permite a los alumnos obtener puntos por el comportamiento en clase además de diferentes insignias y logros.

En la actualidad, numerosas empresas y organizaciones han visto el potencial de utilizar la gamificación para captar nuevos clientes o mantener los ya existentes. De esta forma, han sido muchas las organizaciones que han incluido la gamificación en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles inteligentes o smartphones y sus páginas web. Por ejemplo, la aplicación *My Starbucks Rewards* (<https://www.starbucks.com/promo/rewards>) que promueve el consumo de los productos de la marca Starbucks a través de un sistema de puntos. De esta forma, a medida que un cliente consume sus productos, se le van otorgando puntos y estrellas gracias a los cuales el usuario va subiendo de nivel con el beneficio de poder obtener premios al canjear dichos puntos. Como se puede observar, esta aplicación utiliza diferentes dinámicas de juego como la superación de niveles y el sistema de recompensas. Otro ejemplo de aplicación para dispositivos móviles es Nike+ (https://www.nike.com/es/es_es/c/nike-plus/running-app-gps), que permite a los usuarios (*“runners”* en este caso) competir con ellos mismos y con la comunidad.

Otra alternativa con respecto a la utilización de la gamificación, es fomentar la adquisición de diferentes competencias y habilidades por parte de los trabajadores de una organización. Por ejemplo, “*Pacific the leadership game*” es un juego serio en el cual, a través de la narración de una historia, rankings, un sistema de niveles y premios, se ayuda a los usuarios a mejorar sus habilidades de liderazgo y de trabajo en equipo.

Dado que cada persona tiene su propia personalidad y gustos, la forma de utilizar una aplicación gamificada variará de un sujeto a otro. Por esta razón, se deben considerar diferentes perfiles y tipos de jugadores [6][7], que se adaptan al usuario dependiendo de cómo interactúa, utiliza y los aspectos de la aplicación que le motivan a cumplir los objetivos que él mismo se plantea alcanzar. A estos objetivos se les denomina en los entornos gamificados como mecánicas de juego.

De esta forma, se pueden distinguir diferentes tipos de jugador dependiendo de los objetivos que persiguen. Según Marczewski [7], se pueden diferenciar los siguientes tipos:

- *Socializers*: el objetivo que busca este tipo de jugador consiste fundamentalmente en mejorar lo relacionado con el aspecto social (relaciones con otras personas, conocer personas nuevas, etc.). Por esta razón, los elementos de juegos que más motivan a este tipo de usuarios son el trabajo en equipo y aquellos que promueven la relación con otras personas.
- *Achievers*: tienen como objetivo resolver con éxito diferentes tipos de retos y conseguir una recompensa por ello. Los elementos de juegos que motivan a este tipo de usuarios son las insignias o premios, la obtención y el progreso en forma de niveles y aquellos aspectos relacionados con la reputación y el progreso del usuario.
- *Philanthropists*: buscan ayudar de forma altruista al resto de usuarios, sin recibir nada a cambio. Por esta razón, los aspectos que motivan a este tipo de jugador son aquellos elementos que les permitan y les brinden una oportunidad de ayudar al resto de personas, por ejemplo, un foro o un sistema de comentarios (pregunta y respuesta).
- *Players*: lo forman aquellas personas a las cuales les gusta conseguir logros y que el sistema los haga públicos.
- *Free spirit*: aquellas personas que no quieren tener ninguna restricción en cuanto a la utilización que dan del sistema. Suelen ser los usuarios más creativos.
- *Disruptors*: se trata de usuarios motivados por el cambio. De forma general, buscan de una forma u otra, perturbar el sistema y provocar o forzar un cambio que puede ser tanto negativo como positivo.

La relación entre las motivaciones de las personas con el tipo de jugador al que representan es un área que se encuentra en continuo estudio. A pesar de que existen numerosos trabajos que clasifican de una forma u otra los diferentes tipos de jugador [8], las motivaciones y los objetivos que persiguen, los tipos de jugador a los que se hace referencia con mayor frecuencia son los mencionados anteriormente. Por esta razón, el desarrollo del sistema e-learning detallado en este trabajo se ha centrado en estos tipos de jugadores.

Con el objetivo de que sea accesible para todas las personas, el sistema e-learning desarrollado se trata de una aplicación web (accesible desde cualquier dispositivo) en la que se incluyen los aspectos relacionados con los juegos (mecánicas y dinámicas).

Otro de los objetivos principales de la aplicación, es que pueda ser utilizada en distintas asignaturas dentro de un entorno educativo, debe ser capaz de adaptarse de forma sencilla (con el menor número de cambios posible) a la asignatura y curso en el cual se implante. Además, dado que no todos los profesores tienen los conocimientos informáticos suficientes, debe ser fácil de utilizar y de realizar modificaciones por parte del profesor.

Con todo lo expuesto hasta el momento, en la siguiente sección se detallarán los objetivos establecidos para el presente Trabajo Final de Master.

1.2 Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema e-learning ligero (en particular una aplicación web) para evaluar el impacto de la gamificación en entornos educativos, mediante el cual se busca que los estudiantes incrementen su interés y motivación a la hora de estudiar una asignatura determinada. En este caso, la aplicación web está orientada al aprendizaje del lenguaje de programación C.

A parte del objetivo principal mencionado anteriormente, se plantean una serie de subobjetivos para la aplicación:

- Arquitectura ligera: para cumplir este requisito, se utilizará como plataforma una serie de páginas web (HTML y JavaScript) en combinación con Google Forms (<https://www.google.es/intl/es/forms/about/>) y Google Sheets (<https://www.google.es/intl/es/sheets/about/>). Esta combinación permite desplegar la aplicación web sin necesidad de un hardware/software específico.
- Adaptable: la aplicación debe poder adaptarse a cualquier asignatura de cualquier área o disciplina con el menor número de cambios posible. De esta forma, no se restringe el uso de esta aplicación a un área determinada y cualquier profesor puede implementarla en su asignatura. Para conseguir este objetivo, los ejercicios que se planteen a los estudiantes deben ser cuestionarios creados utilizando Google Forms. Este servicio, permite la creación de forma sencilla de

diferentes preguntas y ejercicios para que los estudiantes escojan la respuesta correcta de un número de opciones determinadas. Además, entre otras opciones, incluye la opción de solicitar el correo electrónico (se utilizará como identificador de un estudiante) de uno o varios estudiantes, lo que permite plantear ejercicios para ser resueltos de forma individual o en equipo.

- Gamificada: para cumplir este objetivo, en el desarrollo de la aplicación web se deben incluir diferentes elementos y mecánicas presentes en los juegos:
 - Tipos de jugador: los estudiantes deberán completar un formulario gracias al cual se le asignará un tipo de jugador que le represente, en función de las respuestas proporcionadas a una serie de preguntas. Estas preguntas están relacionadas con la forma de ser y el modo de interactuar en el entorno educativo del estudiante. Los tipos de jugador que se van a estudiar en este trabajo son los *socializers*, *achievers*, *philanthropists* y *explorers*.
 - Logros personales: a medida que los estudiantes completen los ejercicios propuestos por cada uno de los temas en los que se divide la materia de la asignatura, se le otorgarán diferentes medallas (bronce, plata y oro). De esta forma, se fomenta a los estudiantes a completar todos los ejercicios disponibles con el objetivo de obtener el mayor número de medallas de oro posible.
 - Pruebas contrarreloj: durante el transcurso de una clase, se podrá presentar una serie de ejercicios (para resolver de forma individual o en equipos) que se deben cumplir en un tiempo determinado. Al estudiante o equipo que responda con éxito a todos los problemas planteados en el menor tiempo posible, se le otorgará un premio (otro tipo de medalla). Para cumplir este objetivo, la aplicación web incluye una sección en la cual el estudiante puede consultar su progreso (cantidad de ejercicios que le faltan para conseguir una medalla superior) y todos los premios obtenidos en las pruebas realizadas durante las clases.
 - Progreso individual y de la clase: los estudiantes deben poder consultar su progreso de forma privada, además de poder comparar su progreso (en este caso de forma anónima) con el resto de la clase.
 - Ranking: en las pruebas realizadas durante las clases, los estudiantes obtendrán puntos dependiendo del tiempo empleado en contestar con éxito a todos los problemas planteados en dicha clase. Por este motivo, en la aplicación se incluye una sección en la que se muestran los estudiantes o equipos con mayor puntuación.

- Foro: la aplicación web incluye una sección en la cual los estudiantes puedan preguntar dudas que le hayan podido surgir mientras realizaba los ejercicios, con el objetivo de que otros estudiantes puedan responder a dichas dudas y ayudar así al resto de compañeros.
- Configuración sencilla: dado que no todo el personal docente tiene el mismo grado de conocimiento sobre informática, la aplicación debe ofrecer una forma sencilla de realizar las modificaciones para adaptar la aplicación a su asignatura. Para cumplir este objetivo, el profesor deberá crear los ejercicios utilizando el servicio Google Forms y Google Spreadsheets y posteriormente, hacer referencia a dichos ejercicios modificando el código de la aplicación web (diseñada para poder realizar estas modificaciones de forma sencilla y sin requerir ningún conocimiento específico sobre programación).
- Despliegue inmediato: actualmente, existen numerosas aplicaciones que son utilizadas en el entorno educativo. El problema común de estas aplicaciones es que poseen un nivel de complejidad elevado, por lo que su despliegue se dificulta (tamaño, recursos necesarios, etc.). La aplicación web, puede desplegarse de forma inmediata con unos recursos mínimos. Para realizar el despliegue de esta aplicación, basta con subir dicha aplicación a un servidor determinado. Una vez la aplicación se encuentre en un servidor, puede ser utilizada tanto por los alumnos como por los profesores.
- Incluir un registro de la actividad del usuario: con el objetivo de poder evaluar la forma de interactuar y navegar de los estudiantes en la web, se realiza un registro de la actividad relevante que éstos realicen en la misma. Para ello, se almacena información en un Google Spreadsheet para su posterior análisis y evaluación. La información que se almacenará será: fecha y hora en la que el estudiante realiza una acción determinada, id (correo electrónico) del estudiante que realiza la acción, evento que se ha producido (en el caso de que el estudiante pregunte una duda en el foro, responda a otro estudiante, etc.), módulo sobre el que se produce una acción (sección de la aplicación en la que se produce la acción) y una serie de parámetros (en el caso de que se desee almacenar algún detalle adicional).
- Interfaz adaptativa o responsiva: dado que uno de los objetivos es facilitar a los usuarios la utilización de la aplicación, ésta deberá poder utilizarse independientemente del dispositivo que utilicen los usuarios. Para cumplir este objetivo, la aplicación ha sido desarrollada utilizando Materialize (<http://materializecss.com/>), que se caracteriza por ser un entorno en el cual se incluyen elementos y guías basados en Material Design (<https://material.io/guidelines/>) para poder diseñar una aplicación web, y las guías y recomendaciones indicadas por HTML Responsive Web Design

(https://www.w3schools.com/html/html_responsive.asp). La combinación de estas herramientas y guías, permite realizar un diseño que se adapte a cualquier dispositivo.

Con el fin de poder evaluar la usabilidad de la aplicación web gamificada se realizará una experiencia con usuarios. Para ello, se solicitará a los usuarios de la aplicación que completen un cuestionario de usabilidad de la aplicación. De esta forma, se tratará de validar y comprobar si la aplicación web ha cumplido con los requisitos que se plantearon anteriormente.

1.3 Contribuciones

Con los objetivos planteados en la sección anterior, con este trabajo se pretenden conseguir las siguientes contribuciones:

- Disponer de una aplicación web ligera para evaluar el impacto de la gamificación en un entorno educativo.
- Tener un entorno que permita la inclusión de diferentes mecánicas de juego en el sistema e-learning desarrollado.
- Ofrecer un sistema que permita evaluar el impacto de las mecánicas de juego en un entorno educativo.
- Disponer de un entorno que permita el análisis de la relación existente entre el tipo de jugador y motivaciones de un estudiante con su forma de navegar en la web y las distintas mecánicas de juego implementadas.

1.4 Estructura del documento

La estructura que se va a seguir en este Trabajo Fin de Master es la siguiente:

- En el capítulo 2, se define con mayor detalle el concepto y los fundamentos de la gamificación. Además, se explican todos aquellos elementos pertenecientes a los juegos que han sido estudiados con el objetivo de conseguir la elaboración de un sistema de e-learning gamificado. Por último, se define el concepto de e-learning y se muestran diferentes ejemplos de sistemas de e-learning presentes en la actualidad.
- En el capítulo 3, se detalla todo el trabajo relacionado con la utilización de la gamificación en un entorno de e-learning. Se analizan y se describen tanto las ventajas como las desventajas de utilizar la gamificación en un entorno de este tipo. Por último, se muestran algunos ejemplos de aplicaciones de e-learning gamificadas y se realiza una pequeña comparación con respecto a la aplicación desarrollada en este trabajo.

- En el capítulo 4, se detalla todo aquello relacionado con la aplicación web desarrollada en este trabajo. Se describe la arquitectura, funcionamiento y todos aquellos elementos pertenecientes a la gamificación, junto con la forma en la que éstos han sido integrados en la aplicación web.
- En el capítulo 5, se detalla el experimento que se ha seguido con el objetivo de evaluar y validar la aplicación web desarrollada.
- Por último, en el capítulo 6, se describen todas las conclusiones que se han extraído del trabajo y experimentos realizados. Además, se mencionan y analizan posibles líneas de trabajo futuro.

Capítulo 2

Contexto

En este capítulo se explicarán todos los conceptos, fundamentos y elementos relacionados con la gamificación.

En el apartado 2.1, se definirá el concepto de gamificación. Una vez entendido este concepto, se detallarán los fundamentos teóricos en los que se basa, además de todos los conceptos relacionados y los diferentes entornos en los que puede ser utilizada. Por último, se explicarán todos los elementos que forman parte de la gamificación: mecánicas, dinámicas, motivaciones y tipos de jugador.

En el apartado 2.2, se definirá el concepto de e-learning explicando sus características y diferentes ejemplos de aplicaciones que son utilizadas en la actualidad.

2.1 Gamificación

La gamificación (o ludificación) se define como la utilización de elementos de videojuegos (mecánicas, dinámicas, elementos...) en actividades y sistemas no recreativas (ajenas a los juegos) con el objetivo de potenciar la motivación, mejorar la productividad, mejorar la experiencia y la fidelidad del usuario, basándose para ello en las motivaciones y objetivos que persiguen los usuarios cuando se encuentran jugando [9][1].

Debido a que cada persona tiene una personalidad propia, cada una de ellas tiene una motivación y objetivos diferentes cuando se encuentra jugando. Por ejemplo, existen personas que buscan mejorar y medirse con otras personas, motivándoles en este caso el aspecto competitivo que tenga un juego. Otras personas, pueden encontrar satisfactorio ayudar a otras personas de forma altruista sin recibir ninguna recompensa por ello. En cambio, existen otro tipo de personas que, por el contrario, lo que buscan es la obtención de logros de tal forma que se vea reconocido su esfuerzo por realizar alguna tarea o

cumplir algún objetivo determinado. Como se puede observar, existen diferentes motivaciones que llevan a los jugadores a utilizar un juego de una forma u otra. Como se explicará más tarde, estos diferentes tipos de personalidades y motivaciones constituirán lo que se conoce como tipos de jugador.

Anteriormente, el principal objetivo por el cual se desarrollaban los juegos era el de entretener a las personas. Poco a poco, este objetivo ha sido ampliado de tal forma que, en la actualidad, existen juegos diseñados con otros propósitos además de entretener como, por ejemplo, con fines educativos. Los juegos que tienen como principal objetivo transmitir una enseñanza a los jugadores además de entretenimiento y su diversión se denominan juegos serios (del inglés “*serious game*”) [10], [11].

Existen diferentes tipos de juegos serios dependiendo de los objetivos y el entorno en el que sean aplicados. Algunos de estos tipos son: edutainment (programas que enseñan mediante el uso de recursos lúdicos), simuladores (juegos que se emplean para adquirir o entrenar habilidades en situaciones o condiciones simuladas) y juegos deportivos (juegos que incitan la práctica de un deporte). Los juegos serios presentan numerosas ventajas como por ejemplo estimulan la mente del usuario, son aplicables al mundo real, permiten una formación continua del usuario, proporcionan retroalimentación inmediata, etc.

Los juegos serios no dejan de ser juegos, aunque con una finalidad que va más allá de lo meramente lúdico. La gamificación por su parte toma las mecánicas y dinámicas propias de los videojuegos y las introduce en entornos que nada tienen que ver con lo lúdico. Esta puede ser aplicada en diferentes entornos como: educativo, salud y bienestar, marketing, empresarial, etc. En cuanto su aplicación al ámbito educativo, se pueden encontrar diversas aplicaciones que son utilizadas con el objetivo de transmitir conocimientos o desarrollar ciertas aptitudes de sus usuarios. Por ejemplo, la aplicación Class Dojo (que permite conectar a los profesores con los alumnos y sus padres, para mejorar la conducta y comportamiento en las clases, que las lecciones sean más fluidas, etc.) o Duolingo (que permite al usuario aprender un nuevo idioma a través de diferentes niveles, obtención de puntos y utilización de un sistema de puntos de vidas que van disminuyendo en caso de que el usuario responda de forma incorrecta una pregunta). En cuanto al entorno relacionado con la salud y bienestar, se pueden encontrar aplicaciones como Nike+, que permite a los usuarios (“*runners*”) a competir contra ellos mismos superando los entrenamientos que han realizado anteriormente y competir contra la comunidad superando las marcas establecidas por otros usuarios.

Existen otros tipos de sistemas que tienen objetivos similares a la gamificación pero que se utilizan con propósitos diferentes. Algunos ejemplos de estos sistemas son: *Game Inspired Design*, *Gamification*, *Simulation*, *Serious Game* y *Game*. Marczewski [7][12], diferencia estos términos dependiendo del objetivo de diseño que se persigue.

A continuación, se explican de forma resumida cada uno de los conceptos anteriores:

- *Game inspired design*: hace referencia a sistemas en los que no se utilizan elementos de juego, sino simplemente ideas. Es decir, el apartado estético y la usabilidad del sistema están enfocados para parecerse a un juego, pero sin incluir ningún elemento de juego. Numerosas páginas han decidido utilizar esta técnica para mostrar, por ejemplo, un error provocado en el sistema de una forma mucho más divertida y entretenida. Por ejemplo, la red social Twitter muestra la Figura 2.1 cuando se produce un error técnico.



Figura 2.1 Página de error de la red social Twitter

- *Gamification*: un ejemplo de gamificación sería la aplicación *ClassDojo* (Figura 2.2), mencionada anteriormente. Se trata de una aplicación cuyo objetivo principal es permitir al profesor administrar un aula escolar en base a una serie de puntos que se otorgan a los estudiantes dependiendo de su comportamiento. Además, como característica a destacar, las familias también pueden participar en *ClassDojo*, permitiéndoles enviar mensajes al profesor de forma privada, ver la evolución de los alumnos, etc.

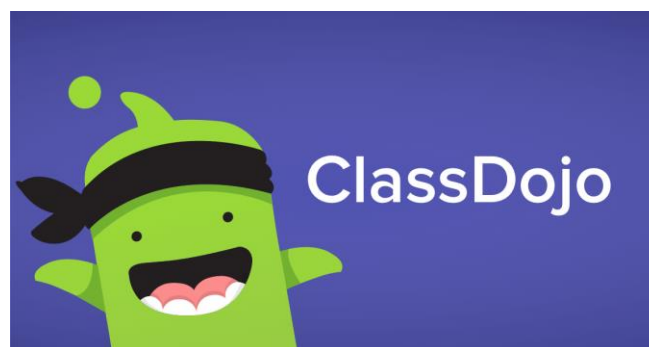


Figura 2.2 Aplicación “ClassDojo”

Marczewski, diferencia dos tipos de gamificación diferentes:

- Gamificación extrínseca: cuando se incluyen elementos de juego en un sistema. Por ejemplo, puntos, premios, barras de progreso, etc.
- Gamificación intrínseca: trata más el tema de utilizar la motivación (RAMP) [13] y el diseño basado en el comportamiento para atraer a los usuarios.
- *Simulation*: es una representación virtual de algo del mundo real. Se pueden encontrar simulaciones de diferentes formas: física (juegos de mesa o de rol), digitales (como simuladores de vuelo o simulaciones de negocio) o una mezcla entre ambos (realidad aumentada).
- *Serious game*: como se ha explicado anteriormente, se trata de juegos cuyo objetivo principal además de entretener, es de transmitir una enseñanza, un mensaje, etc. Un ejemplo de juego serio es “*Hackend*” (Figura 2.3), en el cual el jugador aprende sobre ciberseguridad en las empresas a través de una aventura gráfica en la que el jugador tendrá que ayudar a Max a perseguir a los ciberdelincuentes.



Figura 2.3 Aplicación “*Hackend*”

- *Game*: los juegos tienen como principal objetivo la diversión y el entretenimiento. Este término reúne todas aquellas actividades cuyo objetivo principal sean los mencionados anteriormente.

Una vez que se han comprendido todos estos conceptos, conviene saber cuáles son las características que los definen y diferencian [14]:

- *Game thinking*: uso de juegos y diferentes enfoques de juego para resolver problemas y crear mejores experiencias.
- *Game elements*: utilización de diferentes elementos de juego.
- *Game play*: las estructuras de interacción del jugador con el sistema del juego y con otros jugadores en el juego
- *Just for fun*: el principal objetivo es la diversión y entretenimiento.

En la Tabla 2.1, se pueden observar las principales diferencias entre estos tipos de sistemas, atendiendo a las características anteriormente mencionadas:

Game & Game-Like Experiences Split by Design Intent
















	Game Thinking	Game Elements	Virtual World	Game Play	Non Purposeful
Game Inspired Design					
Gamification					
Simulation					
Serious Game					
Game					

Tabla 2.1 Diferencias entre *Game Inspired Design*, *Gamification*, *Simulation*, *Serious Game* y *Game*

2.1.1 Fundamentos teóricos de la gamificación

Cuando se pretende diseñar un sistema gamificado, Karl Kapp [2] sostiene que existen cuatro elementos de gran importancia que deben existir en dicho sistema: compromiso, autonomía, maestría y la sensación de progreso:

- Compromiso: este término hace referencia a que el estudiante debe involucrarse con el contenido, es decir, debe comprometerse con el aprendizaje. Por tanto, debe mantener constantemente una actitud activa.
- Autonomía: el alumno debe ser capaz de poder tomar sus propias decisiones con respecto a la cantidad de esfuerzo que va a dedicar al aprendizaje, qué tareas realizará después y el orden en el cual desee hacer dichas tareas. Estas decisiones deben estar limitadas por una serie de reglas que el estudiante debe cumplir. A pesar de esto, se le deben plantear al estudiante un abanico amplio de opciones para que tenga suficiente libertad de decisión.
- Maestría: hace referencia a que todos los esfuerzos realizados por el estudiante deben tener como consecuencia la adquisición de conocimiento (dominio del contenido), contexto y aplicación.
- Sensación de progreso: el estudiante debe poder consultar su propio progreso. La gamificación ayuda en este aspecto ya que permite ver el progreso del estudiante (todo lo que ha conseguido hasta ese momento) y debe ser capaz de motivarles a continuar con el aprendizaje hasta llegar al dominio total del contenido de la materia.

A la hora de diseñar un sistema gamificado, es necesario tener en cuenta el enfoque MDA (mecánicas, dinámicas y estética). Este enfoque ha sido presentado por R. Hunicke, M. LeBlanc, y R. Zubek [15]. En este trabajo, se propone que para realizar un correcto diseño de un sistema gamificado se debe observar desde todos los puntos de vista posibles, desde el punto de vista del diseñador (docente) y desde el punto de vista del receptor (jugador, estudiante, etc.). A continuación, se incluye una pequeña descripción de lo que significa cada uno de los conceptos del enfoque MDA (*Mechanics, Dynamics, Aesthetics*):

- Mecánicas: este término abarca las reglas, acciones y elementos que intervienen en el juego.
- Dinámicas: este término hace referencia al comportamiento del jugador y su forma de interactuar con el sistema. Este término está muy relacionado con la motivación del individuo.
- Estética: relacionada con la experiencia que percibe el usuario.

Como se ha mencionado anteriormente, a la hora de diseñar un sistema gamificado, es necesario tener la visión tanto desde el punto de vista del jugador como del propio diseñador. En la Figura 2.4 (extraída de <http://www.epicwinblog.net/2013/04/epic-win-interview-with-andrzej.html>), se puede observar cada uno de estos puntos de vista.

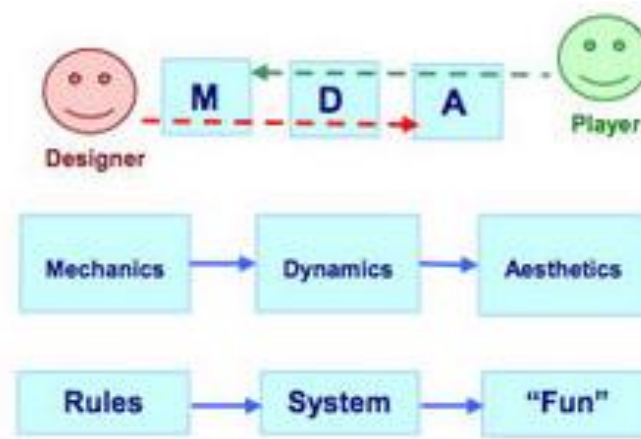


Figura 2.4 Modelo MDA

Una vez se tenga en cuenta este enfoque, también es necesario conocer las motivaciones de los usuarios o jugadores. Esto se debe a que, para que un usuario pueda alcanzar un objetivo o un logro que se plantee, debe estar entretenido, animado y motivado. Solo teniendo en cuenta la motivación de los estudiantes se conseguirá diseñar un producto adecuado.

Existen diferentes trabajos que investigan sobre los diferentes elementos que afectan a la motivación. Algunos de los más destacados son la teoría de la autodeterminación (que se detalla en la sección) y modelos psicológicos como ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*) [16][17].

Este último modelo, propone cuatro conceptos que se deben tener en cuenta para promover y mantener la motivación de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje:

1. Atención: se puede obtener de dos formas diferentes:
 - a. Forma perceptual: utiliza los elementos que aporten sorpresa o incertidumbre.
 - b. Forma inquisitiva: utiliza preguntas, concursos, plantea problemas...
2. Relevancia: este término hace referencia a la motivación del estudiante. Para ello, se debe atender a aquellos elementos que estén presentes en las necesidades de los estudiantes. Algunas estrategias propuestas por Keller son:
 - a. Experiencia: explicar a los estudiantes como van a poder aplicar los conocimientos que ya tenían para comprender los nuevos conceptos.

- b. Presente (valor actual): ¿para qué sirve lo que estoy aprendiendo en este momento?.
 - c. Futuro (utilidad futura): ¿para qué me servirá lo que estoy aprendiendo?.
 - d. Necesidades: ¿qué necesidades satisface el nuevo conocimiento?.
 - e. Modelado: invitar oradores, ver videos...
 - f. Elección: permitir diferentes métodos que puedan ser utilizados por los estudiantes para completar su trabajo o permitir que éstos organicen su trabajo.
3. Seguridad/confianza: el estudiante debe sentir que el resultado que ha obtenido es una consecuencia del esfuerzo que le ha dedicado al aprendizaje. Si los estudiantes sienten que para cumplir un objetivo determinado el coste de esfuerzo o tiempo es muy elevado, su motivación disminuirá.
4. Satisfacción: el aprendizaje debe ser beneficioso de una forma u otra para el estudiante (adquiere conocimientos nuevos, se entretiene aprendiendo, etc.). Para aumentar la satisfacción del estudiante, es importante que el estudiante pueda ver que los conocimientos que adquiera puedan ser aplicados en una situación real, es decir, que sean útiles y que pueda aplicarlos en alguna situación determinada.

Además de los conceptos mencionados anteriormente, existen otros estudios que incluyen más conceptos como: autoestima, curiosidad, reconocimiento social, autonomía, competencia y conexión social.

Si a la hora de diseñar un sistema gamificado se tienen en cuenta todos estos conceptos, la experiencia para el usuario será lo más satisfactoria posible, además de estar aprendiendo de una forma más entretenida.

2.1.2 Elementos de la gamificación

A la hora de desarrollar un sistema gamificado, es necesario conocer todos aquellos elementos que permitirán alcanzar el objetivo que se busque de forma adecuada y seleccionar aquellos que mejor se adapten a la situación y entorno en el que se desee aplicar la gamificación. Kevin Werbach y Dan Hunter [18], clasifican estos elementos en tres categorías: dinámicas, mecánicas y componentes. Estas categorías se representan en una pirámide (Figura 2.5) dependiendo del grado de abstracción (extraída de <http://usr.uvic.cat/pirp1303/files/2013/05/UVIC-CGS-GAMIFICATION-2S2012-13.pdf>).

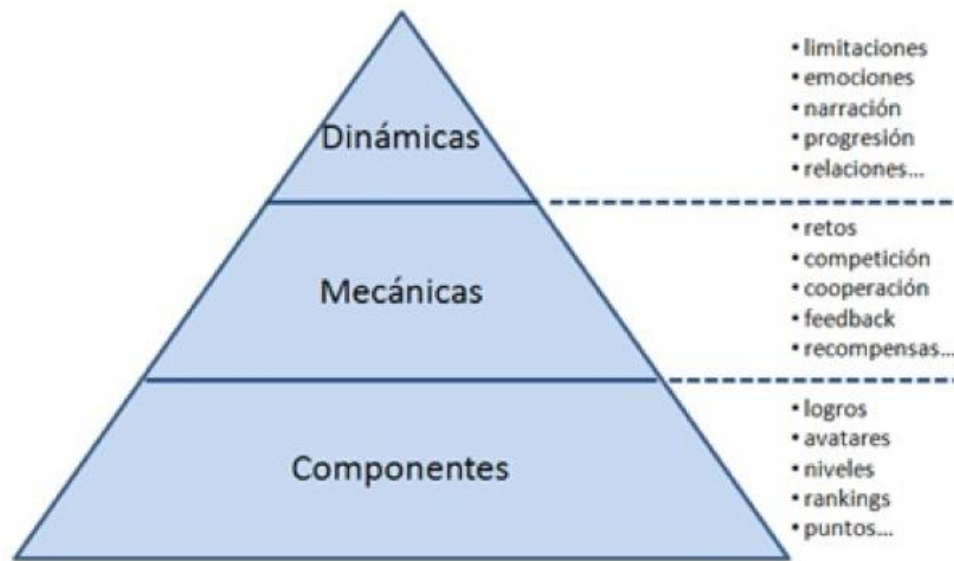


Figura 2.5 Pirámide de los elementos de la gamificación

Una vez que el sistema incluya todos los elementos presentados en la pirámide anterior, no significa que esté listo para ser utilizado por los usuarios y mucho menos que se vayan a verse motivados por ello. El juego no está formado solo por estos elementos, sino que también está formado por la forma en la que se relacionan y son implementados. Por ello, es muy importante tener en cuenta, además, las motivaciones y los diferentes tipos de jugador que representan a los diferentes usuarios.

En las siguientes secciones, se explicarán con más detalle el significado de cada uno de estos elementos.

2.1.2.1 Mecánicas

Las mecánicas [19], describen aquellos componentes tanto jugables como no jugables que constituyen un juego. Es decir, son los componentes básicos del juego, sus reglas, su funcionamiento, etc. Por ejemplo, en un juego de estilo *shooter* en primera persona, las mecánicas serían poder disparar, saltar, correr, etc.

En la Figura 2.6, se puede observar algunos ejemplos de mecánicas de juego, que si se aplican de forma adecuada al contexto en el cual se esté trabajando, se conseguirá generar una mayor motivación de los jugadores.



Figura 2.6 Mecánicas de juego

A continuación, se explicará cada una de estas mecánicas y la forma en la que ésta consigue motivar al jugador:

- **Clasificación o *Leader Boards*:** como consecuencia de la diferencia de puntos que obtengan cada uno de los jugadores, se formarán clasificaciones de mayor a menor puntuación. Esta mecánica proporciona diferentes reacciones entre los jugadores. Por un lado, proporciona deseos de aspiración y fama, ya que el jugador buscará no solo intentar subir posiciones dentro de esa clasificación, sino que también buscará que su nombre aparezca por encima del resto de jugadores. Por otro lado, en la clasificación se puede observar las posiciones ganadas y perdidas por los jugadores, permitiendo ver el progreso del resto de jugadores y el propio.
- **Puntos:** se utiliza como un medio para recompensar a los jugadores por conseguir algún objetivo determinado. Dependiendo del entorno en el cual se aplique esta mecánica, los puntos pueden servir para desbloquear contenido, indicar el status del jugador, etc. Además, estos puntos son de gran atractivo para los jugadores ya que es una forma de diferenciarse entre el resto de competidores.
- **Bienes virtuales:** los jugadores suelen obtener bienes virtuales que consisten en elementos que permiten personalizar su avatar, armas, vestimenta, etc. Todos estos elementos permitirán al jugador mostrar todo lo que ha conseguido fomentando así la creatividad y la autoestima del jugador.

- Misiones: consiste en tareas que debe cumplir un jugador para conseguir un objetivo determinado. Cuando el jugador complete estas misiones, podrá ser recompensado con bienes virtuales, obteniendo habilidades, etc.
- Premios: se tratan de recompensas otorgadas al jugador por superar algún nivel o reto. Se clasifican en trofeos, medallas o logros. Al igual que los puntos, pueden ser visibles para el resto de jugadores, fomentando así la competición, colaboración, etc.
- Desafíos: se tratan de retos que se pueden presentar al jugador para desafiar a otros usuarios o contra el propio sistema (en el caso de un videojuego).
- Niveles: se trata de un elemento que permite al jugador observar su progresión en el juego. También se pueden definir como diferentes objetivos que se plantean a los jugadores y que, solo si son completados podrán pasar al siguiente nivel. Normalmente, la dificultad de estos niveles es progresiva a medida que el jugador se va familiarizando con las características y elementos del juego.

2.1.2.2 Dinámicas

Las dinámicas [19] están relacionadas con los efectos, motivaciones y deseos que se pretenden generar en el jugador. Es decir, buscan incentivar inquietudes humanas (deseo de recompensa, de status, de logro, de competición, etc.). Para conseguir esto, se deben seleccionar y utilizar distintas mecánicas de juego. Por ejemplo, una dinámica para un juego de estilo *shooter* podría ser utilizar un arma para disparar a un enemigo para distraer a otro y, posteriormente, poder matarlo de una forma más sencilla.

Cualquier actividad diseñada con un conjunto de mecánicas de juego adecuadas, logra crear una experiencia y un comportamiento en el jugador que, tras completar dicha experiencia, se satisfacen algunas de estas necesidades humanas.

En la Figura 2.7 (extraída de <https://gamificationedufis.wordpress.com/2015/05/27/que-es-mecanicas-y-dinamicas-de-la-gamificacion/>), se pueden observar algunos ejemplos de las inquietudes humanas que genera y debe crear cualquier actividad gamificada.



Figura 2.7 Dinámicas de juego

A continuación, se explicarán cada una de estas inquietudes:

- **Recompensa:** el ser humano, en ocasiones se mueve por las consecuencias que van a tener las acciones que éste realice, en este caso, estas consecuencias son recompensas. Subir de nivel, obtener puntos o bienes virtuales puede incentivar y motivar al jugador para que complete una tarea determinada.
- **Altruismo:** este concepto hace referencia a aquellas personas que buscan cooperar con las demás. Se trata de un pequeño esfuerzo que realiza una persona por ayudar a otras.
- **Status:** algunas personas sienten la necesidad de adquirir fama, prestigio y respeto de las demás personas.
- **Auto-expresión:** se trata de cómo expresa su originalidad cada uno de los jugadores al resto. Debido a que el avatar es un elemento del juego que cada jugador personaliza a su gusto y que es público y visible por el resto de jugadores, es una de las dinámicas que más valoran los jugadores. Es decir, es la forma que tiene un jugador de diferenciarse del resto.

- Logro: cuando un jugador completa una tarea u objetivo, busca entre otras cosas, un reconocimiento de su esfuerzo.
- Competición: muchas personas se ven motivadas por el deseo de competición con otras personas. Es la forma que tienen de demostrar sus habilidades y de una u otra forma, probarse a ellos mismos y ver de qué son capaces.

2.1.2.3 Componentes

Se entiende como componente de juego a las implementaciones de las mecánicas y dinámicas mencionadas anteriormente. Es decir, son aquellos elementos que nos permiten reconocer un juego como tal: avatares, puntos, rankings, niveles, equipos...

A continuación, se explican algunos de los componentes de juego mencionados anteriormente:

- Avatares: representación de los jugadores mediante un perfil (imagen, personaje...).
- Puntos: seguimiento individual y público de la puntuación.
- Rankings: en los rankings, se pueden ver tanto los ganadores como la posición que ocupa un jugador determinado.

2.1.2.4 Motivaciones

Las personas se ven motivadas por diferentes motivos y de distinta forma. Para desarrollar un sistema gamificado, es necesario conocer las motivaciones de cada una de las personas para saber la manera y el momento adecuados para motivarla.

Existen numerosos trabajos que estudian la conducta humana. Desde la teoría cognitivista [20], se consideran dos tipos de motivaciones:

- Extrínsecas: las personas realizan una serie de acciones con el objetivo de conseguir una recompensa. Por esta razón, es conveniente no enfocarse mucho en este tipo de motivación, ya que se podría perder el valor intrínseco de la actividad. Es decir, si por ejemplo se recompensa a los jugadores con un elemento de enorme valor, muchos actuarán al margen de sus verdaderos intereses ya que lo único que pretenden conseguir será dicha recompensa.
- Intrínsecas: este tipo de motivación se da en aquellas personas que realizan acciones en beneficio propio. Estas acciones pueden ser variadas como por ejemplo la búsqueda de mejorar su status, poder o contribuir a un bien común.

Dependiendo del entorno y los objetivos que se pretendan alcanzar, convendrá centrarse en una motivación u otra (o ambas).

Centrando la atención en las motivaciones intrínsecas, se encuentra la teoría de la autodeterminación (o *Self-Determination Theory* en inglés, representado por las siglas STD) [21], [22].

Esta teoría se basa en que las personas realizan acciones y toman decisiones sin influencia de ningún factor externo. Por esta razón, esta teoría se encuentra muy relacionada con las motivaciones intrínsecas de una persona.

La teoría de la autodeterminación, se basa en tres necesidades básicas que se deben tener muy en cuenta cuando se busca implementar una serie de mecánicas y dinámicas de juego. Estas tres necesidades son:

- Competencia: necesidad de las personas de ejercitar y mejorar sus habilidades.
- Autonomía: la persona debe poder percibir que es capaz de tomar sus propias decisiones.
- Relaciones: por naturaleza, el ser humano es un ser social. Por este motivo, las personas necesitan relacionarse con otras para sentirse parte de una sociedad y comunidad. Además, a través de estas relaciones, las personas intercambian conocimiento, experiencias, logros y metas que cada uno haya podido conseguir hasta el momento.

2.1.2.5 Tipos de jugador

Además de todos los elementos mencionados anteriormente, es de vital importancia tener claro las características de los usuarios o personas que van participar en la experiencia gamificada. Conocer el perfil estas personas es imprescindible, porque la experiencia gamificada se debe desarrollar teniendo en cuenta aquellos elementos que les motivan.

Existen numerosas teorías que pretender realizar una clasificación de las personas en diferentes tipos de jugador. Algunas de ellas, se basan en la motivación que mueve a las personas a cumplir una serie de tareas u objetivos, otras se basan en la personalidad, comportamiento, etc.

De toda la literatura disponible, caben destacar las teorías y clasificación de jugadores realizadas por Richard Bartle y Andrzej Marczewski.

La teoría de Bartle clasifica el perfil de los jugadores según la personalidad y los comportamientos que presentan [6]:

- Asesinos: este grupo lo forman aquellas personas que buscan y disfrutan de la victoria solo si como consecuencia se provoca la derrota del resto de adversarios. Por esta razón, cuanto más reconocidos sean sus triunfos, mejor. Es decir, buscan ser los mejores.
- Triunfadores: su principal motivación es la superación personal. Por esta razón, su principal motivación consiste en ir subiendo niveles y desbloqueando contenido.
- Socializadores: participan para relacionarse con otros jugadores. Para muchos, el juego se considera como un medio gracias al cual pueden compartir ideas, experiencias y crear así una red de amigos.
- Exploradores: este grupo lo forman aquellas personas cuya motivación principal es descubrir cosas nuevas. Para estas personas, el placer está en la experiencia en sí.

Estos tipos de jugador se representan en un eje horizontal y otro vertical, dependiendo de sus motivaciones e intereses (Figura 2.8) extraída de [23].

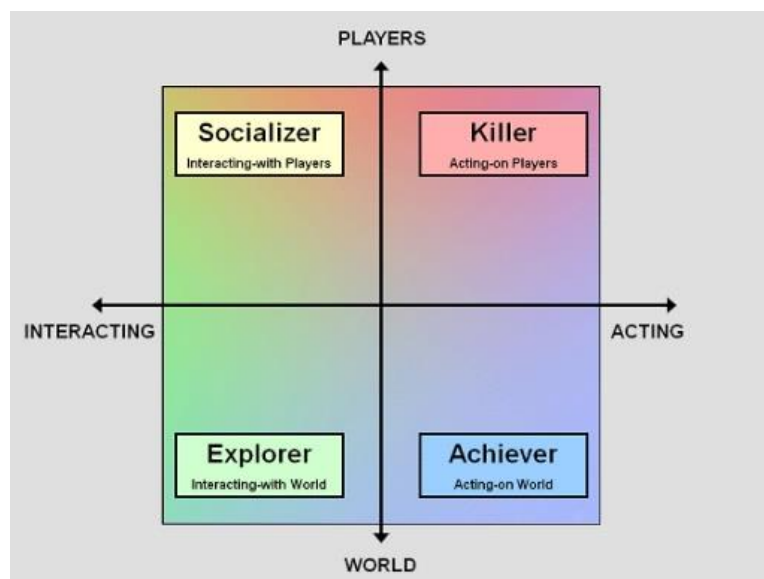


Figura 2.8 Tipos de jugador según Bartle

Como se puede ver en la figura anterior, los cuatro perfiles de usuario se definen según dos variables: jugadores vs mundo e interacción vs acción.

- Jugadores VS. Mundo: los *socializers* y los *killers* buscan relacionarse con otros usuarios. En contraposición, los *explorers* y *achievers* quieren relacionarse con el mundo del juego.
- Interacción VS. Acción: los *killers* y *achievers* prefieren actuar directamente sobre algún elemento, ya sea otro usuario o el propio juego. Por otra parte, los *socializers* y *explorers* buscan relacionarse e interactuar de manera mutua con estos elementos.

Con el paso del tiempo, Bartle comprendió que había algunos aspectos que no estaban representados en el modelo anterior, por lo que propuso una nueva versión. Este nuevo modelo, lo propuso para subsanar los siguientes aspectos:

- Evolución del tipo de jugador a través del tiempo.
- Parece haber subtipos en cada uno de los tipos generales.

El nuevo modelo propuesto por Bartle divide los cuatro tipos de jugadores originales según sean de tipo implícito (actúan sin pensar) o de tipo explícito (actúan con planificación previa). Esta división, da lugar a ocho tipos de jugadores [24]:

- Triunfadores:
 - Planificador (explícito): siempre planifican sus movimientos con el fin de obtener las metas que fijan, sin importar que haya obstáculos en su camino a dicha meta.
 - Oportunista (implícito): son oportunistas y no les gustan los obstáculos. Siempre aprovechan las oportunidades que se le presentan.
- Exploradores:
 - Científico (explícito): adquieren el conocimiento de nuevos fenómenos del juego metódicamente y suelen probarlos haciendo sus teorías. No utilizan la intuición.
 - Hacker (implícito): quieren descubrir nuevos fenómenos experimentando hasta donde les lleve su imaginación. Tienen un entendimiento intuitivo del juego.

- Sociables:
 - Networker (explícito): buscan relaciones con las que puedan interactuar y aprender algo de ellas.
 - Amigo (implícito): interactúan con personas que conocen bien y entienden en profundidad. Prefieren estrechar relaciones.
- Asesinos:
 - Político (explícito): manipulan a la gente sutilmente con premeditación y previsión. Buscan una gran reputación positiva.
 - Grieter (implícito): les encanta molestar y enfrentarse a otros usuarios. Quieren notoriedad por su mala reputación

Esta nueva clasificación se puede observar en la Figura 2.9.

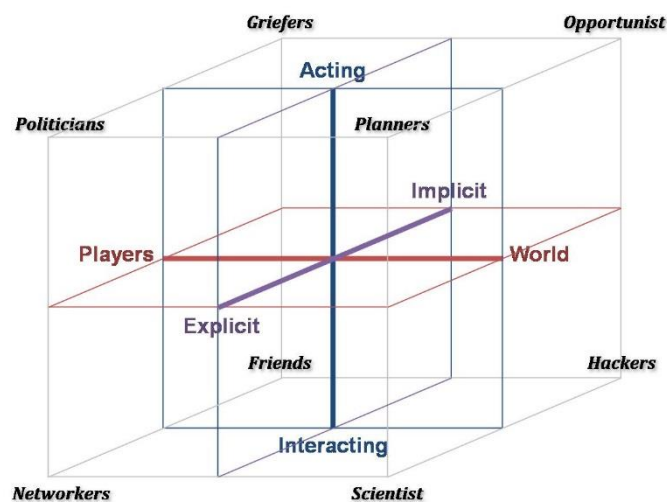


Figura 2.9 Ampliación de tipos de jugadores según Bartle

Por otro lado, la teoría de Andrzej Marczewski [7] tiene en cuenta tanto las motivaciones intrínsecas como extrínsecas que llevan a una persona a jugar. En primer lugar, Marczewski hace una distinción entre las personas dependiendo de su predisposición inicial a interactuar o no con el sistema gamificado. De esta división, se forman dos grupos: “complacientes” y “no complacientes”.

Una vez realizada esta primera división, Marczewski establece seis tipos de usuarios en un sistema gamificado:

- Jugadores: encuentran la motivación al obtener logros y que el Sistema los haga públicos y visibles para el resto de jugadores.
- Socializadores: similar al distinguido por Bartle, este grupo lo forman personas que buscan interactuar con otras.
- Espíritus libres: lo forman personas creativas, aquellas que no quieren tener restricciones en el sistema que les puedan limitar su capacidad de expresión.
- Triunfadores: formado por aquellas personas que son expertas en conseguir logros dentro del sistema. Por este motivo, lo que buscan es la perfección.
- Filántropos: formado por personas que buscan ayudar a los demás, sin recibir nada a cambio.
- Disruptores: formado por personas que buscan un cambio en el sistema.

De estos grupos mencionados anteriormente, únicamente el grupo de los jugadores se muestra complaciente a enfrentarse al sistema de gamificación para satisfacer únicamente sus motivaciones extrínsecas. El resto de grupos, buscan satisfacer tanto las motivaciones extrínsecas como intrínsecas.

Al igual que Bartle, Marczewski también expande su modelo hasta diferenciar 8 tipos de jugadores en lugar de 5. En la Figura 2.10, se pueden observar estos nuevos grupos.

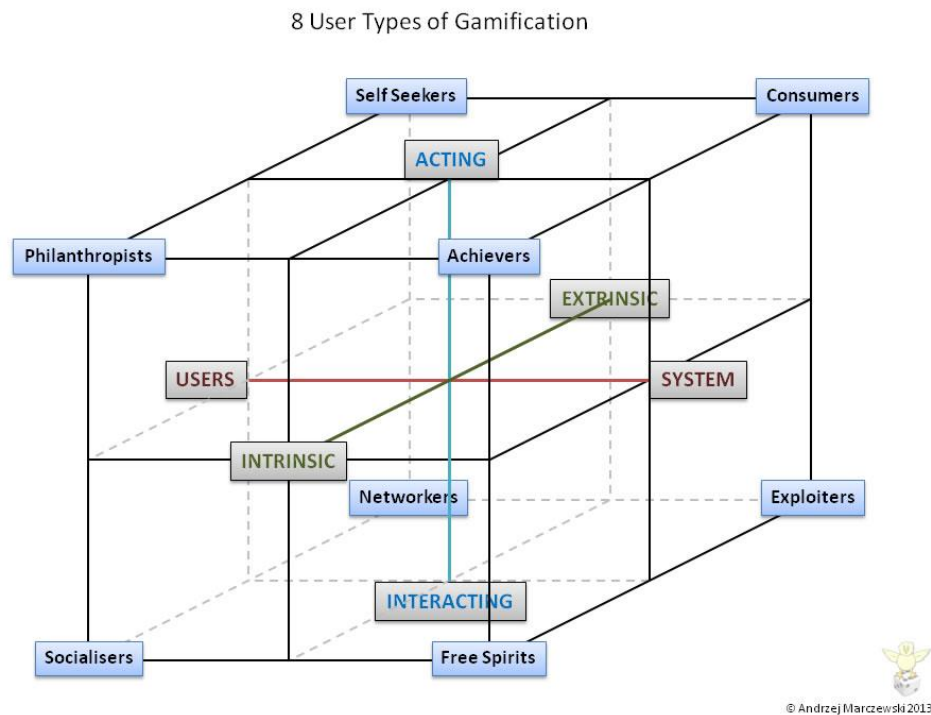


Figura 2.10 Ampliación de tipos de jugadores según Marczewski

Con el paso del tiempo, Marczewski ha ido ampliando y modificando la clasificación anterior (2013) para crear una versión más actualizada (2015) y adaptada a las necesidades y características que diferencian a los jugadores en la actualidad.

En la Figura 2.11 (extraída de [25]), se puede observar esta nueva versión de la clasificación que realiza Marczewski además de la motivación que mueve a cada uno de los jugadores.

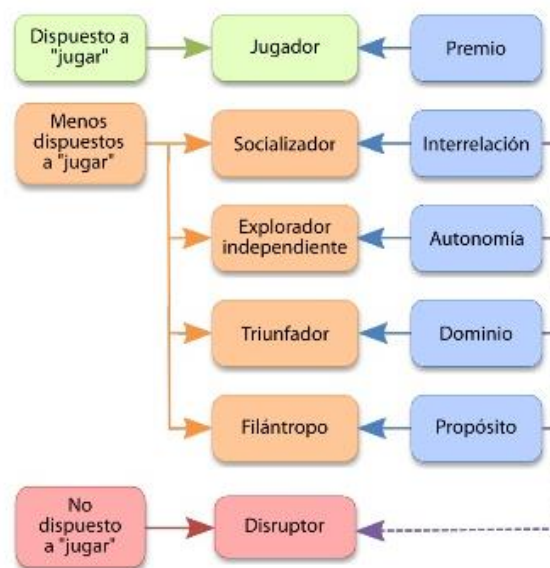


Figura 2.11 Clasificación Marczewski de los diferentes tipos de jugador

La forma más común de ver la clasificación realizada por Marczewski es a través de un hexágono. Esta representación ha ido evolucionando con el tiempo para adaptarse a los nuevos grupos diferenciados por Marczewski. En la Figura 2.12 (extraída de [26]), se puede ver el resultado. (2015).



Figura 2.12 Tipos de jugador según Marczewski

Como se puede observar, los modelos presentados por Bartle y Marczewski son muy similares, con la diferencia de que el modelo de Marczewski es una evolución ampliada de la clasificación propuesta por Bartle, ya que el modelo de Marczewski se encuentra mejor adaptado a las necesidades de clasificación de los usuarios cuando se busca diseñar un sistema gamificado.

2.2 E-learning

Gracias a los avances en el mundo tecnológico, actualmente las personas pueden acceder a una gran cantidad de recursos e información utilizando para ello diferentes herramientas e internet.

Hoy en día, esta tecnología se ha incorporado al ámbito educativo debido a las numerosas ventajas que ésta aporta.

Se entiende por e-learning o enseñanza virtual, a todo aquel proceso de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo a través de internet [27]. Debido a esta característica, tanto el profesorado como los estudiantes se pueden encontrar en localizaciones diferentes sin que esto interrumpa el proceso de enseñanza, ya que internet permite mantener ambas partes comunicadas en todo momento. Otra de las características a destacar es el papel

activo que toma el estudiante en el proceso de aprendizaje. Gracias al e-learning, el estudiante es el encargado de auto gestionar su proceso de aprendizaje.

Algunas de las características del e-learning como modalidad formativa son [28]:

- No hay limitaciones espacio-temporales: debido a que se trata de una formación a distancia, los estudiantes no tienen ninguna restricción u obligación ni de tiempo ni de lugar en el cual deban formarse. Por este motivo, los estudiantes pueden realizar el curso desde casa, lugar de trabajo, estando accesibles los contenidos del curso en todo momento.
- El estudiante pasa a ser el centro de los procesos de enseñanza-aprendizaje: es el responsable de adquirir los conocimientos del curso. Además, tiene la capacidad de decidir el itinerario formativo que mejor se adapte a sus necesidades e intereses.
- El profesor se convierte en un tutor: se encarga de orientar, ayudar y facilitar los procesos formativos.
- El contenido está actualizado: los recursos relacionados con el tema de estudio se pueden introducir de forma sencilla al contenido del curso, por lo que los cursos se encuentran actualizados en todo momento.
- La comunicación es constante: tanto profesores como estudiantes, tienen a su disposición una serie de herramientas que incluyen las diferentes plataformas de e-learning (foro, chat, correo electrónico, etc.) para poder comunicarse entre sí.

Como se puede observar de todas las características anteriores, las plataformas e-learning presentan numerosas ventajas y permiten acercar los procesos formativos a estudiantes independientemente del lugar en el que se encuentren, es decir, sin limitaciones geográficas o temporales. Algunas de estas ventajas son:

- Aprendizaje flexible y económico.
- No hay limitaciones geográficas o temporales.
- Permite utilizar la plataforma con unos conocimientos mínimos.
- Aprendizaje constante y completo gracias a la interacción entre estudiantes y tutores.

2.2.1 Entornos e-learning

La educación en línea o e-learning suele implementarse a través de diferentes plataformas o entornos digitales. Entre las herramientas más utilizadas se encuentran los Sistemas de Gestión de Aprendizaje o LMS (por sus siglas en inglés *Learning Management System*) [29].

Un LMS es un software que se encuentra instalado en un servidor web y que se utiliza principalmente para gestionar, administrar y controlar las actividades de formación no presencial de una institución u organización [30].

Las principales funciones a las cuales se destina un LMS son:

- Gestionar usuarios.
- Gestionar recursos (materiales y actividades de formación) e información.
- Controlar y hacer un seguimiento del proceso de aprendizaje.
- Realizar evaluaciones
- Servir como medio para comunicar la información relacionada con las evaluaciones y otro tipo de notificaciones, informes, etc.
- Gestionar servicios que permiten la comunicación entre alumnos y tutores como foros, chats, etc.

Debido a que este tipo de plataforma debe ser accesible desde diferentes dispositivos, la mayoría de los LMS están basados en la web. Por esta razón, las plataformas más comunes para desarrollar un sistema de estas características son Java, Microsoft .NET o PHP. Además, debido a que se debe almacenar una gran cantidad de información, es necesario utilizar una base de datos como MySQL, Microsoft SQL Server u Oracle.

Anteriormente, se han presentado algunas ventajas que presenta la educación en línea y las principales funcionalidades de los LMS. A pesar de todas estas características, también se deben destacar una serie de desventajas.

Algunas de las más importantes son [31]:

- Problema de retroalimentación y de comprensión: algunos temas pueden ser muy complicados como para poder ser explicados y comprendidos en línea. Esto es una dificultad añadida a la comunicación entre los profesores y los estudiantes. En algunos casos, este problema se soluciona realizando una videoconferencia, pero no todas las plataformas implementan esta funcionalidad o directamente, no suele utilizarse.
- Requiere de conexión a internet: a pesar de que en la actualidad la mayoría de personas dispone de los medios suficientes para conectarse a internet, es posible que algunos países no dispongan de conexión a internet. Además, este tipo de tecnología requiere de un dispositivo que permita al usuario acceder a internet, por lo que, si la conexión o el propio dispositivo fallan por un motivo u otro, no se podría utilizar la plataforma de aprendizaje de forma correcta.

- No puede adaptarse a todos los campos: a pesar de las numerosas ventajas que presenta el estudio en línea, existen algunos campos que necesitan de un apoyo práctico a la parte teórica. Por ejemplo, los campos relacionados con la salud o la ciencia.
- Posibles fallos a nivel técnico: el usuario puede tener problemas con su conexión a internet, el dispositivo que utilice para conectarse a internet e incluso se pueden dar problemas en la propia plataforma o en los contenidos que ha publicado el profesorado.
- Se requiere autodisciplina: debido a que no es necesario asistir a ninguna clase y que no se disponen de horarios para estudiar, el propio estudiante es el que se debe esforzar y ser responsable de su proceso de aprendizaje.

Además de todas las desventajas anteriores, se debe tener en cuenta que algunas plataformas, a pesar de que incluyen muchas funcionalidades y diferentes opciones de configuración, pueden ser difíciles de utilizar por parte del profesorado o estudiantes. Es posible que el usuario que la utilice no tenga los conocimientos suficientes como para poder utilizar la plataforma correctamente y, por tanto, no estará aprovechando en su totalidad este tipo de sistema educativo.

Otra desventaja a destacar, es que en ocasiones es necesario de una infraestructura y recursos suficientes para poder utilizar una plataforma de este estilo. Aunque en la actualidad la mayoría de organizaciones dispone normalmente de los recursos necesarios, se puede dar el caso en el que no sea posible implementar de forma correcta una plataforma de este tipo.

Al igual que la mayoría de software, se pueden encontrar versiones comerciales (de pago) o libres (*open source*). Algunos ejemplos de LMS *open source* que se utilizan en la actualidad son:

- Moodle (<https://moodle.org/?lang=es>): se trata de una de las plataformas más utilizadas a nivel mundial, mayormente utilizadas por universidades, aunque existen otras organizaciones y empresas que también la utilizan.

Algunas ventajas a destacar son:

- Comunidad muy amplia de usuarios: al ser una de las plataformas más utilizadas y extendidas, la comunidad de desarrolladores, usuarios y colaboradores es muy amplia, permitiendo que esta plataforma se actualice y adapte a la tecnología utilizada en la actualidad (por ejemplo, compatibilidad con PHP 7).

- Gran número de funcionalidades y diferentes opciones de configuración: debido a esto, es posible que se requiera de una gran inversión para realizar la configuración inicial. Además, es posible que el exceso de opciones no permita adaptar esta plataforma de forma correcta a las necesidades de un proyecto determinado.
- Puede ser utilizada como plataforma para e-learning o como complemento a la enseñanza presencial.

Como desventaja, cabe mencionar que una de las características en las que se debe trabajar para mejorar esta plataforma es en la usabilidad. Debido a la cantidad de opciones y posibilidades que nos presenta esta plataforma, el usuario puede percibir que para utilizar esta plataforma necesita de un aprendizaje previo o que su uso es complejo. Además, en cuanto al apartado estético, se puede observar que las opciones que se le presentan al usuario y, en general el aspecto de la plataforma, no se encuentra adaptado a las últimas tendencias.

- Sakai (<https://www.sakaiproject.org/>): se trata de un software educativo de código abierto. Algunas de sus características más importantes son:
 - Diseñado para que el aprendizaje sea colaborativo.
 - Implementa diferentes herramientas destinadas a la comunicación.
 - Permite la integración de otras herramientas.
 - Alta flexibilidad a la hora de diseñar y crear un curso y escoger las herramientas que vayan a ser utilizadas.
- Dotlrn (<http://www.dotlrn.org/>): se trata de una aplicación *open source* para las comunidades de aprendizaje e investigación. Algunas de sus características más importantes son:
 - Administración de grupos: los administradores tienen control total sobre las calidades de miembro de sus grupos y de sus portales.
 - Almacenamiento de archivos: dentro de cada portal de usuario, todos los usuarios tienen acceso a un almacenamiento personal en donde pueden guardar sus archivos privados o “subir” archivos públicos para compartirlos con el resto de usuarios registrados.
 - Implementa un foro
 - Dispone de un calendario en el cual los instructores pueden fijar eventos (reuniones de clase, etc) y diferentes tipos de alertas o notificaciones.
 - Noticias: proveen un mecanismo para la comunicación entre los administradores y los miembros del grupo.

- Buzón de tareas: herramienta que permite a los estudiantes “subir” sus tareas y a los instructores comentar/evaluar dichas tareas.
- Examen: se trata de una herramienta que permite recoger datos.

Anteriormente, se han mencionado y detallado algunas de las plataformas e-learning más conocidas. La mayoría de plataformas e-learning, se desarrollan siguiendo una arquitectura hardware/software como la que se puede apreciar en la Figura 2.13. En dicha arquitectura, se encuentran los elementos fundamentales que se deben encontrar en toda plataforma e-learning.

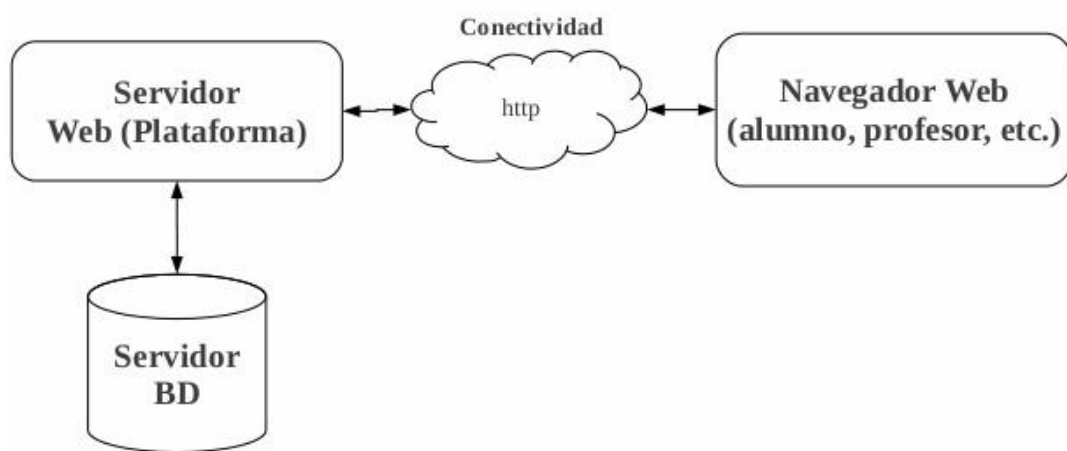


Figura 2.13 Arquitectura hardware/software de una plataforma e-learning

A continuación, se detalla cada uno de dichos elementos:

- **Servidor de base de datos:** ordenador en el cual se almacena toda la información relacionada con datos de los alumnos, los contenidos de los cursos, etc. Dependiendo del nivel de seguridad que se desee implantar, se recomienda que el servidor de base de datos se encuentre separado (en un ordenador diferente) del servidor web.

Debido a que en este servidor se almacena toda la información, es necesario que se realicen copias de seguridad con una periodicidad con el objetivo de que los datos no puedan ser perdidos.

- **Servidor web:** ordenador donde se ubica la aplicación LMS y que atiende las peticiones HTTP de los usuarios conectados a la plataforma.
- **Conectividad:** se trata de uno de los elementos más importantes de la arquitectura, ya que de ella depende la velocidad de respuesta del servidor a los usuarios, así como el tiempo de carga de las páginas web o de descarga de archivos. Este término engloba todos los recursos e infraestructuras relacionadas con la conectividad (firewall, router, proxys, etc).
- **Navegador web:** es la aplicación desde la cual accede el cliente (alumno, profesor, administrador, etc) a la plataforma. En la mayoría de casos, el cliente solo necesita un navegador web estándar (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera o Google Chrome). En otros casos, se requiere la instalación de una aplicación para permitir funcionalidades más avanzadas como, por ejemplo, videoconferencia.

Capítulo 3

Trabajos relacionados

Como se ha explicado anteriormente, la gamificación consiste en la utilización de técnicas de juego (mecánicas y dinámicas) con el objetivo de potenciar la motivación, el esfuerzo, entre otros aspectos, en un entorno diferente a un juego. Por este motivo, existen muchas aplicaciones en las cuales se ha utilizado la gamificación con el objetivo de atraer la atención de los usuarios a los que va dirigida dicha aplicación.

Dado que este Trabajo de Fin de Máster, está orientado al ámbito educativo, en este capítulo se mostrarán diferentes aplicaciones y trabajos que se han realizado en este tipo de entorno.

En el apartado 3.1, se explica el impacto que puede tener la utilización de la gamificación en un entorno educativo, las ventajas y desventajas. Además, se describen una serie de ejemplos (casos reales) en los que se ha aplicado la gamificación en el transcurso de un curso académico y se analizan las consecuencias y conclusiones extraídas de dicho experimento.

En el apartado 3.2, se muestran y analizan diferentes sistemas e-learning gamificados que se utilizan en la actualidad.

3.1 Juegos serios y Gamificación en la educación

Como se ha explicado anteriormente, los juegos serios pueden ser aplicados en diferentes entornos.

La principal ventaja de este tipo de juegos, es que permiten a los jugadores entretenerse mientras aprenden. Es decir, los jugadores no solo buscan cumplir con un objetivo lúdico, sino que además buscan adquirir alguna habilidad o conectarse con otros jugadores. Además, con el avance de las tecnologías y gracias al elevado uso actual de los

Smartphones, es posible crear un juego que pueda ser utilizado por los alumnos en cualquier sitio y de forma independiente.

Un ejemplo de juego serio en un entorno educativo puede ser *“Dragon Box Elements”*. Se trata de un juego muy simple en el cual los jugadores tienen que crear un ejército, vencer al malvado dragón “Osgard” y salvar la isla de Euclides. Para conseguir estos objetivos, los jugadores deben aprender conceptos básicos de geometría y del teorema de Euclides. Por tanto, los estudiantes aprenderán matemáticas mientras se divierten jugando.

Debido a que en ocasiones es difícil encontrar o crear un juego adaptado y desarrollado para una asignatura determinada y que permita a los estudiantes adquirir los conocimientos necesarios de dicha asignatura sin desviar su atención de este objetivo, existe otra rama de investigación que consiste en aplicar la gamificación a un entorno no recreativo en lugar de desarrollar un juego serio. Este trabajo, se centrará en la utilización de diferentes mecánicas de juegos para atraer la atención de los alumnos, con la implementación de una aplicación web sencilla.

Cuando se aplica gamificación en un entorno educativo, se deben tener claros los objetivos que se pretenden alcanzar y el proceso que se va a seguir para conseguir tales objetivos. Si no se tienen claros estos puntos, es posible que se consigan unos objetivos totalmente diferentes a los que se pretendían conseguir. Por ejemplo, si el objetivo que se pretende conseguir es aumentar la motivación y el interés de los estudiantes con respecto a una asignatura, las mecánicas y dinámicas de juego que se implementen deben ser las adecuadas para conseguir tal fin. Si se otorgan premios o logros por realizar ejercicios de forma correcta, la dificultad de los mismos no debe suponer un reto extremo para el estudiante. Esto se debe a que, si un estudiante observa que no está dentro de sus capacidades el poder completar un ejercicio, posiblemente dejará de utilizar la aplicación gamificada. Por esta razón, se debe tener en cuenta continuamente la motivación de los estudiantes y darles la oportunidad de conseguir un premio por pequeño que parezca el esfuerzo dedicado a una tarea.

Por estos motivos, se deben distinguir entre ventajas y desventajas de utilizar la gamificación en la educación.

Así, en cuanto a las ventajas, se pueden destacar los siguientes puntos [32]:

- Los estudiantes se encuentran más motivados. Esto permite que participen más en las clases. Si la experiencia de aprendizaje se transforma en una actividad entretenida y divertida, los estudiantes se verán mucho más atraídos por continuar con dicho aprendizaje.
- Motivación de los estudiantes. Debido a que los estudiantes se encuentran motivados, existe una mayor predisposición por su parte para realizar actividades de la asignatura. Esto se debe a que el alumno trabaja de forma voluntaria para conseguir los logros, permios, etc. en la aplicación gamificada.

- Retroalimentación al usuario. Cuando un estudiante completa una tarea determinada, puede ver que el esfuerzo que ha dedicado a completar dicha tarea ha sido recompensado de una forma u otra (obtención de un premio, obtención de puntos, etc.). Esta retroalimentación positiva se consigue mediante las recompensas que obtengan en la aplicación.
- Fomento de la comunicación con otros compañeros. Lo que se consigue cuando se pueden dar situaciones en las que sea necesario trabajar en equipo para conseguir un objetivo determinado. Por esta razón, los miembros del equipo comunicarán y debatirán sus ideas junto con los demás integrantes del equipo, con el objetivo de llegar a una conclusión entre todos y completar con éxito una tarea determinada. Por tanto, se aumenta el compañerismo y la cooperación entre los estudiantes.
- Sensación de progreso. Es importante que el estudiante pueda observar su progreso personal en cuanto a sus conocimientos sobre una asignatura. De otra forma, el estudiante podría pensar que no está consiguiendo ningún objetivo útil para su aprendizaje de dicha asignatura.

En cuanto a las desventajas, se encuentran los siguientes puntos:

- Dificultad de implantación en un curso académico. Esto se debe a que implementar una aplicación gamificada en un entorno en el cual nunca antes se había realizado, puede provocar que se cambie la organización, sistema de evaluación... de la escuela para esa asignatura.
- Inapropiada adaptación al perfil del usuario. Si no se motiva correctamente a todos los estudiantes, puede provocar que algunos de ellos vean la aplicación gamificada como una pérdida de tiempo. Además, se debe reconocer el esfuerzo del estudiante de diferentes formas ya que, por ejemplo, si únicamente se fomenta la competitividad entre estudiantes, un estudiante puede dejar de utilizar la aplicación ya que considera que nunca podrá superar a un compañero que presenta mayores conocimientos en la asignatura.
- Inadecuada motivación. Si no se logra motivar a los estudiantes, éstos pueden dejar de utilizar la aplicación.

Con respecto a la gamificación en un entorno educativo, se han realizado numerosos trabajos en los que se pretende comprobar su eficacia, cual es la forma correcta de aplicar la gamificación en un entorno de estas características, los efectos de la gamificación en este tipo de entorno, etc.

Este tipo de temas se tratan en el trabajo [33], donde se realiza un estudio del estado del arte con respecto a la gamificación y se analizan aquellos conceptos que no se encuentran bien definidos en este tipo de temas. La conclusión a la que se llega en este estudio es que la gamificación aporta numerosos efectos positivos, aunque estos efectos dependen en

gran medida del entorno en el cual se vayan a aplicar y de los usuarios a los que va dirigido. Por último, los hallazgos realizados en este trabajo proporcionan una visión para futuros estudios, así como para el diseño de sistemas gamificados.

3.2 Sistemas e-learning gamificados

Los sistemas de e-learning gamificados se basan en la utilización de diferentes elementos de juegos con el objetivo de motivar a los usuarios a trabajar en diferentes tareas para conseguir unos objetivos determinados.

En esta sección, se explicará un trabajo similar al que se trata en este Trabajo de Fin de Master.

En el trabajo [34], se propone una categorización de los diferentes elementos de la gamificación y del tipo de la motivación de los estudiantes para la creación de un sistema gamificado y personalizado. Dependiendo del tipo de motivación del estudiante, se le asigna una serie de elementos de la gamificación en el entorno educativo. Para ello, se ha realizado un trabajo de investigación [34] con el fin de relacionar los tipos de motivación de los estudiantes con los elementos de la gamificación. En dicho trabajo, se plantea a los estudiantes una serie de preguntas a partir de las cuales se consigue conocer los intereses de los estudiantes frente a los diferentes elementos de la gamificación.

En un primer lugar, se utilizó un cuestionario de 12 preguntas gracias al cual se ha conseguido conocer los estilos de motivación y una posible categorización. En la Tabla 3.1 se puede observar la categorización que se obtuvo (extraída de [34]).

		Definition	
		<i>Performance based</i>	<i>Other based</i>
Valence	<i>Positive (approaching success)</i>	Mastery Approach	Performance Approach
	<i>Negative (avoiding failure)</i>	Mastery Avoidance	Performance Avoidance

Tabla 3.1 Categorización de los diferentes estilos de motivación

Como se puede observar en la tabla anterior, se clasificaron a los estudiantes atendiendo a 4 tipos diferentes de motivación: Mastery Approach (el alumno tiene como objetivo la adquisición de habilidades), Mastery Avoidance (el alumno evita la comprensión incompleta de los materiales educativos), Performance Approach (la confirmación por factores externos es importante para el estudiante) y Performance Avoidance (el alumno evita mostrarse como no cualificado para los demás estudiantes).

Una vez se conocieron los tipos de motivación, se realizó un estudio de los intereses de los estudiantes con respecto a los elementos de la gamificación. Se realizó un cuestionario (Tabla 3.2) de 5 preguntas (validado por psicólogos expertos). Para responder a estas preguntas, los estudiantes utilizaban una escala likert (de 1: completamente en desacuerdo a 5: completamente de acuerdo) [34].

No.	Questions	Target Element
1	To achieve awards and medals at the games, I tried very hard.	Badge
2	Giving feedback during gameplay makes that I better able to act.	Feedback
3	When my scores are exhibited for other competitors, I have greater incentive to make efforts.	Leaderboard
4	Achieving points are more attractive than awards for me.	Point
5	I would like to see my progress during the game.	Progress

Tabla 3.2 Relación entre las preguntas del cuestionario e interés del usuario

Una vez recogieron y analizaron estos datos, se buscó la relación entre los elementos de la gamificación y los tipos de motivación. En dicho trabajo [34], se propusieron las siguientes relaciones (Tabla 3.3):

Motivation style	Gamification-elements
Mastery-Approach	Feedback, Progress
Mastery-Avoidance	Badge, Progress
Performance-Approach	Leaderboard, Badge, Progress
Performance-Avoidance	Leaderboard, Progress

Tabla 3.3 Relación entre estilo de motivación y elemento de la gamificación

Por último, para realizar una evaluación de la propuesta del trabajo anterior, se preparó un sistema gamificado en el cual se implementaron diferentes elementos de la gamificación. Los elementos seleccionados fueron: un ranking (leaderboard), progreso (progress), retroalimentación (feedback) y logros o premios (badge).

La forma en la que introdujeron estos elementos en el sistema gamificado ha sido:

- Ranking: se crearon diferentes tipos de actividades mediante las cuales los estudiantes recibían puntuación dependiendo de su respuesta. Con este elemento, lo que se buscaba era fomentar la competencia entre los estudiantes y la

motivación de aquellos estudiantes que buscan la aprobación de los demás estudiantes.

- Progreso: este elemento lo diseñaron para mostrar a los estudiantes su progreso con respecto a los puntos totales del curso que se pueden conseguir a partir de una serie de actividades y concursos.
- Retroalimentación: cuando un estudiante completaba una actividad, se le mostraban mensajes motivacionales, con el objetivo de reconocer su esfuerzo.
- Premios y logros: en el sistema que se implementó, se otorgaban premios a los estudiantes por entregar en tiempo una tarea, conseguir una puntuación alta en alguna actividad, etc.

Para evaluar el sistema gamificado propuesto en dicho trabajo [34], se dividió los estudiantes de una clase en dos grupos. El primer grupo (experimental) utilizaba el sistema gamificado personalizado, mientras que el segundo grupo (control) utilizaba elementos de la gamificación escogidos al azar. Tras comparar los resultados obtenidos de los exámenes y del transcurso del curso por parte de los dos grupos, observaron que un 79% de estudiantes del grupo experimental participaba más en las actividades de la clase, en las discusiones en los foros..., mientras que en el grupo de control el porcentaje de participación fue de un 58% de estudiantes.

Con estos datos, se realizó una comparación con el objetivo de conocer si esta diferencia era significativa o no. Se comprobó que efectivamente, el sistema gamificado propuesto influyó de forma significativa a los estudiantes, provocando que el proceso de aprendizaje y las actividades fueran mucho más entretenidas para los estudiantes y, como consecuencia, se apreció un aumento con respecto a su participación en la clase.

La conclusión que se puede extraer del experimento realizado en dicho trabajo, es que se incrementó la tasa de participación de los estudiantes en la clase, lo que muestra la efectividad del enfoque de la personalización de los elementos de la gamificación dependiendo del tipo de motivación del estudiante.

Capítulo 4

Sistema desarrollado

En este capítulo, se detallarán todo el procedimiento que se ha seguido para el desarrollo de la aplicación web gamificada. Así, en el apartado 4.1, se detallan todas las decisiones de diseño que se han tomado para el desarrollo de la aplicación. En el apartado 4.2, se detallan las mecánicas que se han implementado en la aplicación y la forma en la que éstas se relacionan con los tipos de jugador.

4.1 Diseño del sistema

4.1.1 Requisitos funcionales y no funcionales

Antes de comenzar el desarrollo de la aplicación, es necesario definir una serie de requisitos que ésta debe cumplir. Los requisitos tanto funcionales como no funcionales más importantes son:

- Requisitos funcionales:
 - La aplicación deberá permitir al usuario poder ver su progreso (ejercicios que ha realizado hasta ese momento) de forma privada, además del progreso del resto de compañeros (clase) de forma pública.
 - La aplicación deberá incluir una sección en la que el usuario pueda comprobar un resumen de los logros que ha obtenido, su tipo de jugador y las motivaciones que persigue (extraídas de un cuestionario).
 - Se debe dar acceso al usuario a todos los ejercicios que el profesor plantee para la clase.
 - Se debe incluir una sección en la que el usuario pueda preguntar dudas y responder a otros compañeros.

- Requisitos no funcionales:
 - La aplicación debe ser lo más ligera posible.
 - Debe ser capaz de adaptarse fácilmente (sin realizar muchas modificaciones) a cualquier asignatura.
 - La interfaz de la aplicación debe ser lo más intuitiva posible para el usuario.
 - La interfaz de la aplicación deberá seguir, en la medida de lo posible, el aspecto estándar de las aplicaciones de la misma plataforma.

4.1.2 Funcionalidad del sistema

Debido que la aplicación será utilizada principalmente por dos tipos de usuarios diferentes (alumnos y profesores), se deben analizar las diferentes acciones que pueden realizar que cada uno de estos usuarios. En la Figura 4.1, se muestra un caso de uso que permitirá ver de forma resumida las acciones disponibles para cada uno de estos usuarios.

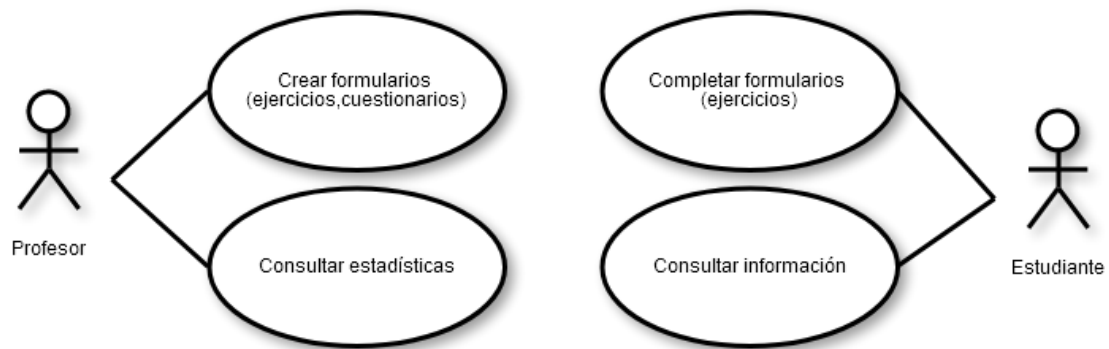


Figura 4.1 Caso de uso: acciones que pueden realizar los usuarios (profesor y estudiante)

Una vez que se comprende la diferencia entre los tipos de usuarios, es conveniente ver un ejemplo de cómo dichos usuarios interactúan con la aplicación para cumplir un objetivo determinado. A continuación, se muestra un caso de uso detallado para cada tipo de usuario:

- Profesor:

En la Figura 4.2, se muestran las diferentes acciones que debe realizar el profesor para poder crear una serie de ejercicios y publicarlos en la aplicación. Debido a la arquitectura que se ha seguido para diseñar la aplicación, la mayor parte de tareas que realice el profesor se harán de forma independiente a la aplicación. Es decir, la creación de ejercicios, visualización de estadísticas, etc. se realizará utilizando otro tipo de herramientas diferentes a la aplicación desarrollada.

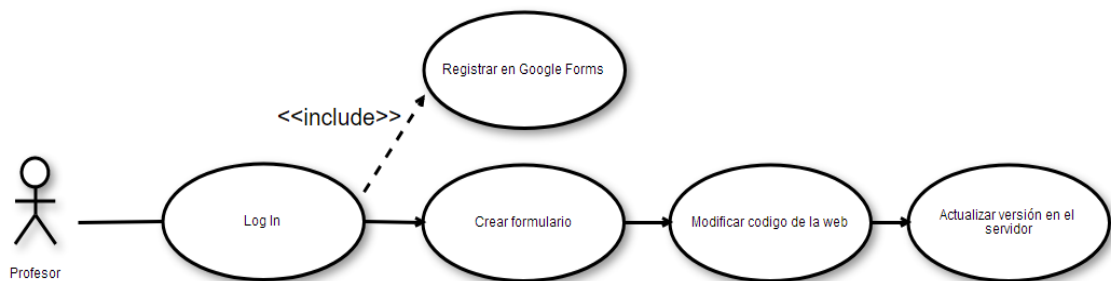


Figura 4.2 Caso de uso: crear y publicar un formulario en la aplicación web

- Estudiante:

Como se ha podido observar en el esquema mostrado anteriormente (Figura 4.1), las acciones que podrán realizar principalmente los estudiantes serán rellenar y completar cuestionarios y ejercicios, además de poder consultar su progreso, resultados de los cuestionarios de motivación y tipo de jugador, etc. En la Figura 4.3, se muestra el caso de uso en el que el estudiante completa un ejercicio:

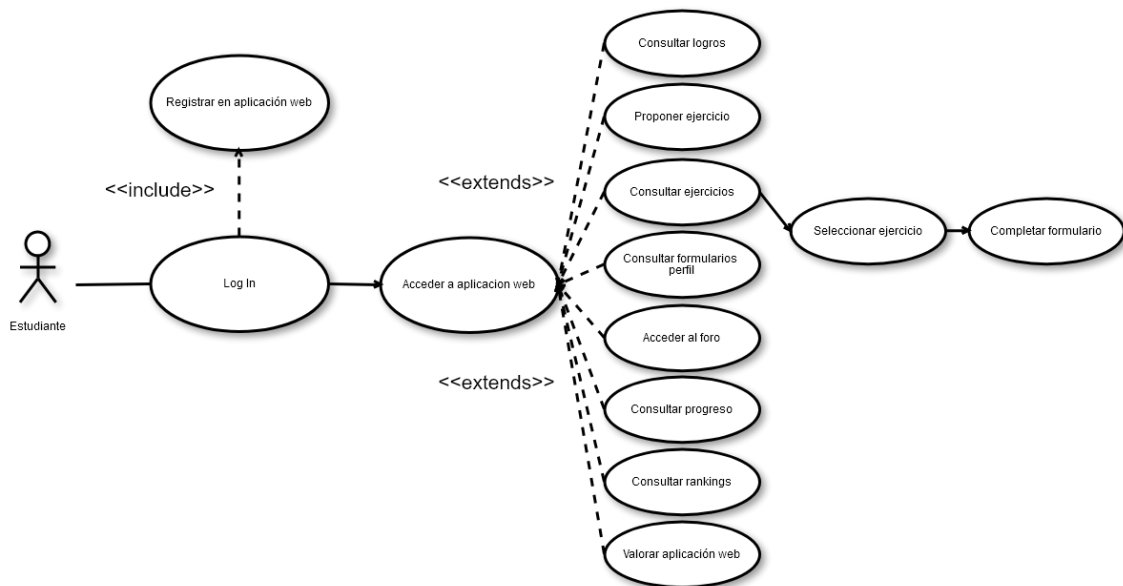


Figura 4.3 Caso de uso: completar formulario de ejercicios

Con el objetivo de comprender el funcionamiento de la aplicación y la forma en la que se relacionan sus diferentes componentes y servicios o herramientas utilizadas, se muestra a continuación un diagrama de secuencia. En este diagrama (Figura 4.4), se muestra el caso en el cual el usuario (en este caso, un estudiante) consulta los logros que ha conseguido hasta ese momento. Gracias a este diagrama, se puede tener una idea general (versión resumida) de los pasos que tiene que seguir el estudiante para poder consultar sus logros.

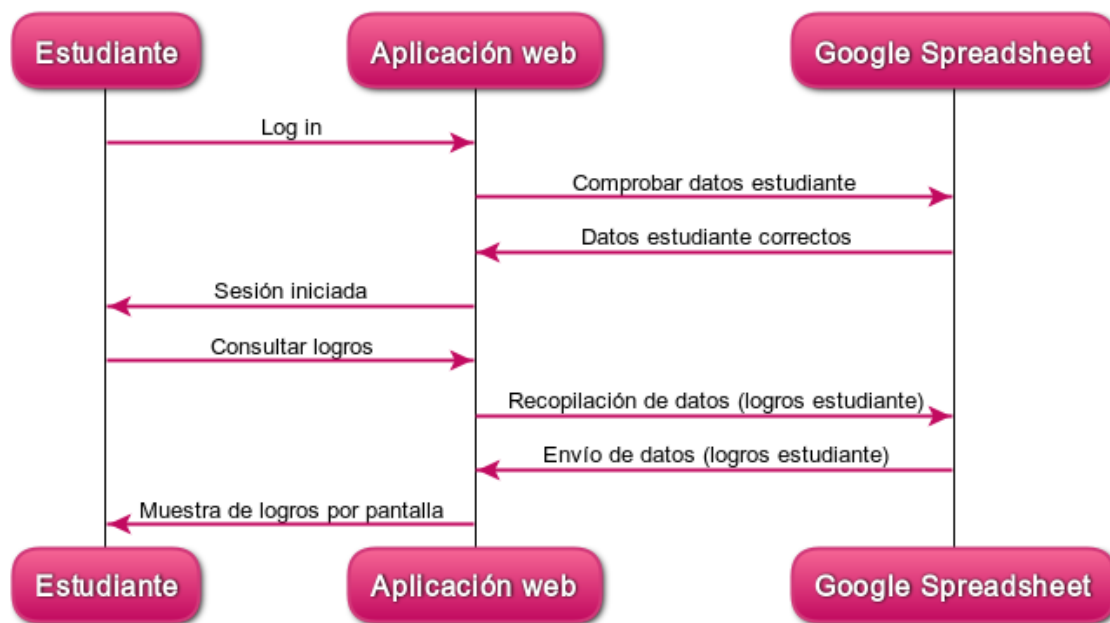


Figura 4.4 Funcionamiento general de la aplicación web

Como se puede observar en la imagen anterior, para que el estudiante pueda consultar sus logros, es necesaria la intervención de una serie de herramientas externas. En el apartado 4.1.3, se detalla el papel que cumple cada una de estas herramientas en la aplicación.

4.1.3 Arquitectura ligera

Uno de los requisitos no funcionales que se plantearon en un inicio, era que el sistema a desarrollar debería tener una arquitectura ligera. Es decir, que su implantación sea lo más liviana posible.

Para ello, se han impuesto una serie de características que la aplicación debía cumplir para cumplir dicho objetivo. Como, por ejemplo, utilizar lenguajes de programación que se puedan encontrar en cualquier cliente (html, css, javascript, etc), utilizar la mínima cantidad de recursos necesaria para cumplir una tarea, etc.

Una de las características más importantes, es que el sistema no debería usar una base de datos convencional para almacenar sus datos, sino que debía emplear recursos de almacenamiento en la nube.

Para ello, ha sido necesario utilizar una serie de servicios y herramientas externas con el objetivo de repartir la carga de trabajo total de la aplicación.

4.1.3.1 Servicios y herramientas utilizadas

Las herramientas externas utilizadas han sido dos tipos de servicios disponibles para cualquier usuario, desarrolladas por Google: Google Spreadsheets y Google Forms. Estos servicios, serán utilizados principalmente para el almacenamiento de datos y para el envío/recopilación de datos respectivamente.

Para poder ser utilizados correctamente, se ha hecho uso de la API que Google pone a disposición de los desarrolladores web. Además, en el caso de los Google Spreadsheets, ha sido necesario realizar la codificación utilizando como lenguaje de programación Google App Script. Este lenguaje se caracteriza por estar completamente integrado con los Google Spreadsheet y por similitud con el lenguaje de programación Javascript. Debido a estas características, ha sido sencilla la implementación de distintas funciones para trabajar con los datos almacenados en los Google Spreadsheets.

La principal ventaja de utilizar estas herramientas frente a una base de datos convencional, es que no es necesario disponer de conocimientos de programación para poder acceder y gestionar los datos que en ellas se almacenen.

4.1.3.2 Módulos principales del sistema

A continuación, se muestran los diferentes módulos y la función que desempeña cada uno de ellos en la aplicación gamificada:

- Google Forms (<https://www.google.es/intl/es/forms/about/>): se trata de un servicio creado principalmente para crear encuestas. Este servicio tiene una serie de características que deben ser mencionadas:
 - Recepción de respuestas rápida: cuando un usuario completa una encuesta, la respuesta se recibe de forma inmediata, sin necesidad de esperar un tiempo determinado.
 - Formulario personalizable: aparte de la posibilidad de establecer un color, imagen, etc. para el formulario, se ofrece una gran variedad de opciones para plantear una pregunta. Es decir, la pregunta que se plantee puede ser de tipo test, una lista desplegable, una escala numérica, etc.
 - Diseño adaptable: este servicio permite crear o responder encuestas independientemente del dispositivo utilizado. Es decir, tiene un diseño adaptativo, lo que permite ser utilizado de forma sencilla en pantallas de todos los tamaños.
 - Visualización de respuestas: las respuestas a las encuestas se recopilan de forma automática y ordenada. Además, se da la posibilidad de consultar las respuestas de la encuesta en forma de gráficos gracias a los cuales se pueden extraer y analizar diferentes datos estadísticos. Todos estos datos se pueden consultar en tiempo real.

- Trabajo colaborativo: este servicio da la posibilidad de agregar colaboradores para permitir que un equipo pueda trabajar y crear una encuesta de forma simultánea.

Aprovechando todas estas características, se ha empleado este servicio tanto para realizar encuestas de satisfacción sobre el uso de la aplicación gamificada, encuestas sobre la motivación y el tipo de jugador de los estudiantes y para la creación de ejercicios por parte del profesor.

- Google Spreadsheet (<https://www.google.es/intl/es/sheets/about/>): se trata de un servicio que permite crear y modificar hojas de cálculo. Existen otras aplicaciones similares como, por ejemplo: Excel o Libre Office.

La ventaja de este servicio, es que ha sido diseñado también por la organización Google. Es decir, que los servicios ofrecidos por Google Forms y Google Spreadsheets se complementan totalmente.

Gracias a esto, es posible sincronizar y vincular una hoja de cálculo con un formulario. Esto permite que todas las respuestas que se recopilen de las encuestas se almacenen en una hoja de cálculo. Gracias a ello, se facilita el análisis de los datos.

Algunas de las características de este servicio son:

- Diseño adaptable: lo que permite consultar y trabajar con las hojas de cálculo independientemente del dispositivo que esté utilizando el usuario.
- Trabajo colaborativo: permite trabajar de forma simultánea a un equipo en la misma hoja de cálculo.
- Control de versiones: todos los cambios que se realicen en una hoja de cálculo, se guardan de forma automática. Además, es posible acceder a un historial de revisiones en el cual se muestran las diferentes versiones por las que ha pasado la hoja de cálculo. Estas versiones se encuentran ordenadas por fecha y por el autor del cambio, lo que permite identificar de forma sencilla una versión de la hoja de cálculo determinada.
- Compatible con otras hojas de cálculo como MicroSoft Excel: permite trabajar tanto con documentos de Excel como de Google Spreadsheets, sin importar el formato. Se puede convertir archivos de Excel en hojas de cálculo de Google y viceversa.
- Visualización de los datos: los datos almacenados en las hojas de cálculo de Google se pueden ver y analizar empleando diferentes tipos de gráficas, dependiendo del objetivo que se pretenda alcanzar. La creación de estas gráficas es muy sencilla.

- Complementos: existe una gran variedad de complementos que se pueden utilizar para sacarle todavía más partido a las hojas de cálculo. Estos complementos pueden ir desde modificar el estilo y fuente utilizados hasta la posibilidad de crear un formulario a partir de una hoja de cálculo.

Para trabajar con los datos almacenados en estas hojas de cálculo, se ha utilizado el lenguaje de programación Google App Script (<https://developers.google.com/apps-script/overview>). Al tratarse de un lenguaje creado por la organización Google (al igual que el resto de tecnologías utilizadas en el sistema gamificado), su utilización e integración con el resto de servicios ha sido una tarea sencilla.

Debido que las hojas de cálculo estarán recibiendo y almacenando información constantemente (actividad de los estudiantes como completar encuestas, completar ejercicios de un tema, etc), es necesario que esta información esté actualizada en todo momento. Por ejemplo, cuando un estudiante completa los ejercicios de un tema determinado, se debe actualizar la hoja de cálculo para poder, posteriormente, mostrar la información de forma correcta al estudiante (progreso de ejercicios realizados, otorgar el logro correspondiente, etc). Para ello, la herramienta Google Spreadsheet incluye una opción que permite la ejecución de forma automática de una función definida con Google App Script. Es decir, mientras que el Google Spreadsheet almacena la información, es posible programar (a una hora determinada, después de insertar una nueva fila en la hoja de cálculo, entre otras opciones) la ejecución de una función que se encargue de la actualización de la información.

- Aplicación web gamificada: la aplicación gamificada será la encargada de recopilar toda la información almacenada en los Google Spreadsheets para, posteriormente, mostrársela al usuario. Además, en la web se incluyen diferentes secciones gracias a las cuales el estudiante puede acceder a los cuestionarios y a los ejercicios creados con Google Forms.

Una vez que se han detallado las tecnologías que se han utilizado y los módulos en los cuales se puede dividir el sistema, se muestra el funcionamiento de cada uno de ellos:

1. Los usuarios envían datos en forma de respuestas a las preguntas planteadas utilizando Google Forms (encuestas de motivación, tipo de jugador, ejercicios, etc.)
2. Los datos enviados a través de los formularios son recopilados y almacenados en Google Spreadsheets.

3. Si es necesario, se ejecutan de forma automática una serie de funciones definidas en Google App Script para la actualización de la información recopilada en los Google Spreadsheets.
4. El sistema web accede y procesa la información almacenada en los Google Spreadsheets anteriores, y la presenta a los usuarios en la aplicación web.

A continuación, se presenta un ejemplo en el cual se puede observar el proceso que sigue la información en el sistema e-learning desarrollado, donde los estudiantes responden a preguntas relacionadas con la programación y, concretamente, con el lenguaje de programación C:

1. Google Forms: El estudiante accede al formulario para completar los ejercicios de un tema determinado (Figura 4.5).

1.1 Conceptos generales sobre programación

*Obligatorio

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa? 1 punto

- ☐ En 1642 el científico y filósofo francés Blaise Pascal inventa una máquina de sumar (la pascalina), que utilizaba ruedas dentadas
- ☐ En 1833 el matemático e inventor británico Charles Babbage diseñó e intentó construir la primera máquina calculadora mecánica de uso general, a la que llamó la "máquina analítica"
- ☐ En 1843 la matemática y escritora británica Ada Lovelace implementó la máquina analítica de Charles Babbage
- ☐ En 1936 el matemático y computólogo inglés Alan Turing formalizó los conceptos de algoritmo y de máquina de Turing, claves en el desarrollo de la computación moderna

Figura 4.5 Formulario de ejercicios realizado con Google Forms

2. Google Spreadsheet: Una vez el estudiante ha completado los ejercicios planteados, se almacena la información de forma automática e inmediata en una hoja de cálculo (Figura 4.6).

	A	B	C	D	E
1	Marca temporal	Dirección de correo electr	Puntuación	¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?	La programaci
2	5/05/2017 12:51:24	luis.pepa@estudiante.uar	5 / 5	En 1843 la matemática y escritora británica Ada	subrutinas y tr
3					

Figura 4.6 Ejemplo de hoja de cálculo de Google

Como se puede observar, se almacenan una serie de datos como: la fecha y hora en la que el usuario completó el formulario, la dirección de correo del estudiante (a modo de identificador único), la puntuación obtenida total de la realización de los ejercicios y cada una de las respuestas enviadas por el estudiante.

3. Google App Script: En este caso, es necesario actualizar la información del estudiante con respecto al progreso de ejercicios completados de un tema determinado. En la Figura 4.7, se muestra un pequeño fragmento de código en el cual se recopila toda la información de los ejercicios realizados por un estudiante.

A screenshot of a code editor showing a JavaScript function named 'getTotalEjerciciosPorTema()'. The code is color-coded: keywords like 'function', 'var', 'for', 'return' are in blue; variables like 'doc', 'sheets', 'total', 'i' are in purple; and string literals are in orange. The function initializes 'total' to 0, loops through all sheets of the active spreadsheet, and calls 'getTotalEjerciciosPorConcepto' for each sheet, accumulating the total. The function returns the total at the end.

```
function getTotalEjerciciosPorTema(){  
  
    var doc = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet();  
    var sheets = doc.getSheets(); // get all the sheets  
    var total = 0;  
  
    for (var i = 0; i < doc.getNumSheets() - 1; i++){ //  
        total += getTotalEjerciciosPorConcepto(sheets[i]);  
    }  
  
    return total;  
}
```

Figura 4.7 Fragmento de código desarrollado con Google App Script

4.1.4 Configuración flexible y sencilla del sistema

Además de una arquitectura ligera, otro de los requisitos que debía cumplir el sistema es el de tener una configuración flexible y sencilla. El objetivo es que pueda ser implantado en un entorno o dominio de forma rápida por alguien que no necesariamente disponga de grandes conocimientos informáticos, y mucho menos de programación web.

Con respecto al dominio y entorno de la enseñanza, no todos los profesores disponen del mismo nivel de conocimiento sobre la informática. Por este motivo, es necesario diseñar el sistema de tal forma que cualquier profesor (independientemente del área de conocimiento en el cual se ha especializado) pueda realizar las modificaciones que desee en el sistema.

Durante el desarrollo del sistema, se ha tenido en cuenta este hecho y se ha brindado una opción mediante la cual cualquier profesor puede realizar las modificaciones que desee sin dificultad. Esto se consigue con las herramientas de Google explicadas anteriormente.

Para que un profesor pueda configurar el sistema para poder utilizarlo en su clase, esencialmente tendrá que:

1. Crear los formularios web (encuestas, ejercicios, etc.) mediante Google Forms.
2. Enlazar los formularios web con el sistema, realizando unas modificaciones mínimas en el código. Para facilitar esta tarea, la aplicación incluye una guía con las líneas que se deben modificar. Además, el código ha sido desarrollado con el objetivo de facilitar estas modificaciones (se ha separado la zona configurable por el profesor de la implementación de las funciones del sistema).
3. Guardar los cambios realizados en el sistema web (compuesto de páginas HTML) en un directorio público de un servidor web.

Para explicar con un mayor detalle el procedimiento que se debe seguir para configurar el sistema (en las siguientes secciones), se seguirá el siguiente ejemplo: se considera el caso de un profesor que quiere implantar el sistema en una asignatura, cuyo contenido se encuentra dividido en una serie de temas, cada uno de los cuales trata una serie de conceptos. Se asume que un formulario de preguntas (ejercicios) está asociado a uno de esos conceptos y, por lo tanto, pertenece a un tema determinado de la asignatura.

4.1.4.1 Procedimiento para configurar el sistema

A continuación, se recogen de forma resumida los cambios en el código que se deben realizar si el profesor únicamente desea agregar nuevas preguntas/formularios al sistema. Si se desean crear, modificar o eliminar alguno de los módulos presentes en el sistema, se deberían realizar otro tipo de cambios en el código algo más sofisticados.

- En primer lugar, el profesor deberá disponer de una cuenta Google con el servicio Google Drive habilitado. Este servicio se utilizará para almacenar todos los formularios de Google Forms y todas las hojas de cálculo Google Spreadsheets. Permite tener todos los documentos localizados en un mismo lugar, para facilitar la gestión y organización de los mismos.
- El profesor deberá crear los formularios utilizando la herramienta Google Forms. En esos formularios añadirá las preguntas y sus respectivas respuestas, que deberán dar los estudiantes. Si se quiere que el proceso de calificación sea totalmente automático, estas preguntas han de formularse en formato “test”, es decir, cada pregunta (enunciado de ejercicio) debe estar acompañado de una serie de respuestas posibles, donde sólo una de ellas es correcta. Para que el estudiante pueda ver su progreso en el sistema, cada pregunta se deberá puntuar con 1 punto (configurado en el formulario). De esta forma, el estudiante podrá saber la cantidad de preguntas que ha respondido correctamente.

- Una vez creados los formularios, el servicio Google Forms almacenará las respuestas a dichos formularios en una hoja de cálculo. Para ello, se deberá haber activado la opción correspondiente a la hora de crear el formulario.

Una vez que se haya vinculado una hoja de cálculo al formulario, el profesor deberá incluir un fragmento de código aportado junto con el sistema web (funciones que permiten actualizar los datos de las hojas de cálculo), además de configurar los permisos de acceso a ese documento como “Cualquier usuario con el enlace puede ver los elementos”. Por último, deberá crear una “pestaña” (hoja) adicional en la hoja de cálculo titulada “ResumenTotal”. Esta hoja será la encargada de recopilar la información de los ejercicios hechos por cada uno de los estudiantes para, posteriormente, poder mostrar esta información a cada uno de los estudiantes.

El fragmento de código aportado (en la Figura 4.8 se puede observar un pequeño fragmento del mismo), se encarga de recopilar de todas las pestañas de la hoja de cálculo (cada pestaña recoge las respuestas de los estudiantes relacionadas con un único concepto de un tema) la cantidad de ejercicios completados por cada uno de los estudiantes. De tal forma que, tras la ejecución de dicho código, la pestaña “ResumenTotal” contendrá la cantidad de ejercicios completados por cada concepto del tema para cada uno de los estudiantes. Además, en esa pestaña se agrega una columna adicional que cuenta la cantidad de ejercicios totales completados por un estudiante con respecto a un tema. De esta forma, se le podrá mostrar al estudiante la cantidad de ejercicios realizados tanto por conceptos como por temas (progreso de un estudiante).

```

function combineData(){
  var doc = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet();
  var sheets = doc.getSheets(); // get all the sheets
  var outSheet = doc.getSheetByName("ResumenTotal"); // set where we want to write the results
  var headers = [];
  var estudiantes = getListaEstudiantes();
  var rowEjerciciosEstudiante = [];
  var ejerciciosTotales = 0;
  var ejerciciosConcepto = 0;

  outSheet.clear();

  headers.push("Estudiante");

  for (var i = 0; i < doc.getNumSheets() - 1; i++){ // loop across all the sheets
    headers.push(sheets[i].getSheetName());
  }

  headers.push("Ejercicios hechos en total");
  outSheet.appendRow(headers);

  for (var i = 0; i < estudiantes.length; i++){ // loop across all students

    rowEjerciciosEstudiante.push(estudiantes[i]);

    for (var j = 0; j < doc.getNumSheets() - 1; j++){ // loop across all the sheets
      ejerciciosConcepto = getNumEjerciciosHechosPorConcepto(estudiantes[i], sheets[j]);

      ejerciciosTotales += ejerciciosConcepto;

      rowEjerciciosEstudiante.push(ejerciciosConcepto + "/" + getTotalEjerciciosPorConcepto(sheets[j]));
    }

    rowEjerciciosEstudiante.push(ejerciciosTotales + "/" + getTotalEjerciciosPorTema());
    outSheet.appendRow(rowEjerciciosEstudiante);

    rowEjerciciosEstudiante = [];
    ejerciciosTotales = 0;
  }
}

```

Figura 4.8 Fragmento de código aportado con el sistema

- Asumiendo que los formularios están asociados a diferentes temas de la asignatura, el profesor deberá crear y vincular cada uno de esos formularios a una hoja de cálculo del tema correspondiente (cada hoja de cálculo hace referencia a un tema de la asignatura). A este documento, se podrán vincular todos aquellos formularios de ejercicios que hagan referencia al tema. De esta forma, en la hoja de cálculo correspondiente a un tema, se incluyen diferentes pestañas (una por cada concepto del tema). Gracias a esto, se puede mostrar al estudiante tanto el progreso por concepto como por tema de la asignatura.

4.1.4.2 Modificaciones en el sistema

Una vez se hayan realizado los pasos anteriores, se deberá modificar el sistema web para que utilice todos estos nuevos documentos. Para ello, se deberán seguir los siguientes pasos:

- En primer lugar y en caso de que sea necesario, se deberá establecer el formato de correo electrónico institucional perteneciente al centro en la cual se va a utilizar el sistema, para restringir el registro y acceso al mismo. Por ejemplo, si el sistema se desea configurar para trabajar bajo el dominio de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), el formato de las direcciones de email que debe permitir el sistema debe seguir la siguiente estructura: “nombre.apellido@estudiante.uam.es”. La Figura 4.9, muestra el fragmento del código en el que se define este formato:

```
function EMAIL_FORMAT(){  
    return /^[a-z]+\.[a-z]+\@estudiante\.uam\.es$/;  
}
```

Figura 4.9 Expresión regular para validar el formato del correo electrónico

En la imagen anterior, se observa el fragmento de código que se debe modificar para cambiar el formato que deben seguir las direcciones de email de los estudiantes para poder utilizar el sistema.

- El siguiente paso que se debe realizar será modificar las URLs en las cuales se encuentran almacenados los formularios y hojas de cálculo de Google creados anteriormente. La URL que hace referencia a un formulario o a una hoja de cálculo se debe extraer empleando el servicio Google Drive. La URL que se obtiene sigue el siguiente formato:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/XXXXXXXXXX/edit#gid=0>

donde las “X” hacen referencia al identificador de la hoja de cálculo correspondiente. Una vez se obtiene la URL anterior, se deberá reemplazar los elementos “/edit#gid=0” por “/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq=”. Como se puede observar, se incluye la pestaña de la hoja de cálculo “ResumenTotal” creada anteriormente. Esta modificación es necesaria para que el sistema pueda tener acceso a dicha hoja de cálculo. En la nueva URL, se indica la pestaña de la hoja de cálculo de la que se desea extraer información (en este caso “sheet=ResumenTotal”) y la presencia de una fila de encabezados en la hoja de cálculo (en este caso “headers=1”). El último parámetro “tq=” permite establecer las consultas que se desea realizar sobre los datos almacenados en dicha

hoja de cálculo. Para más información sobre estos parámetros, se recomienda consultar la API de Google.

La Figura 4.10 muestra el fragmento de código que se debe modificar para enlazar los temas con los formularios, i.e., la declaración de la variable “temas”:

```
function SUBJECT_EXCEL_URL(){
  var temas = {
    "Tema 1" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TFN7oa5oCkHvNK106XkmuPwnrsPCqP75xRVEitI1A48/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="],
    "Tema 2" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uU0AAvKfQDrQH4g9UZ7NF38-HQCPKaId26LVjCJRMV/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="],
    "Tema 3" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1b9WoQ32MSERYe5YXjn2aUzZMn7y1X1G25XFTn2TREaQ/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="],
    "Tema 4" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1E8774U280R1108MszD0FvZk6VCQ2euzE_Wu07RYy0/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="],
    "Tema 5" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1dhdjooycIOs4R_w1HO379-J1ZXUUMJ3E7M630fwuzgn4/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="],
    "Tema 6" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1m3dpXs8CJem7IkqRpg-TVi60FtwHh4n_hrNnXZCSjng/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="],
    "Tema 7" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Z1qD8q1bZLs5Q0vKlwX-E845Xt9C8VPUYsol9HtHJrw/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="],
    "Tema 8" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1q6Ekl3MnY7oP_PAhYabFs_ZLNaDo6FF5TqmVDbPxXfs/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="],
    "Tema 9" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1zuN3vK5JLVKr-C0yC53A6dAM4BHCfyV0_4M8ImF85A4/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq="]
  };
  return temas;
}
```

Figura 4.10 Definición de los formularios para los temas de una asignatura

Como se puede observar en la imagen anterior, en este caso la asignatura se ha dividido en 9 temas diferentes. La información de los ejercicios realizados por cada uno de los estudiantes se almacena en una hoja de cálculo diferente, identificada por la URL que aparece a continuación del nombre del tema correspondiente.

- Por último, se debe indicar la URL de los formularios que recogen las respuestas de los estudiantes a las preguntas planteadas por el profesor para, posteriormente, almacenarlas en las hojas de cálculo establecidos en el paso anterior. La URL de estos formularios se debe extraer del servicio Google Drive pulsando la opción “Enviar”, seleccionando el icono de enlace y activando la casilla “Acortar URL”. Se puede consultar la API de Google para realizar estos pasos de forma correcta.

Tras estos pasos, se obtendrá una URL similar a:

<https://goo.gl/forms/908Mi8ASC7IAqTii2>

Una vez obtenida la URL de todos los formularios, se debe modificar el código del sistema siguiendo la siguiente estructura:

“Título del tema” : {“Apartado del tema” : [“URL formulario 1”, “URL formulario 2”]}

La Figura 4.11 muestra un ejemplo detallado del fragmento de código que se debe modificar, i.e., la declaración de la variable “asignatura”:

```

var asignatura = {
  "Tema 1" : {"1.1 Conceptos generales sobre programacion" : ["goo.gl/forms/kDhw6we1OHZKGN"],
  "Tema 2" : {"2.1 Tipos de datos primitivos y declaracion de variables" : ["goo.gl/forms/zf"],
  "Tema 3" : {"3.1 Declaracion y asignacion de arrays" : ["goo.gl/forms/Fn3bdfWw2mYUENJ2"],
  "Tema 4" : {"4.1 Entrada estandar" : ["goo.gl/forms/aWSizybg84ZXm6ey2"], "4.2 Salida estandar",
  "Tema 5" : {"5.1 Operadores aritmeticos" : ["goo.gl/forms/kc01VIVwTSOGRRnz1"], "5.2 Operadores",
  "Tema 6" : {"6.1 Condicionales if-else" : ["goo.gl/forms/jiMjIR8Gyl3YdMVA2"], "6.2 Condicionales",
  "Tema 7" : {"7.1 Declaracion de punteros" : ["goo.gl/forms/doeA17q0BFbgBgnu2"], "7.2 Aritmetica",
  "Tema 8" : {"8.1 Declaracion, entrada y salida de funciones" : ["goo.gl/forms/XsydRoLB4RC"],
  "Tema 9" : {"9.1 Operaciones sobre ficheros de texto" : ["goo.gl/forms/KiGS1FVPk4LbBYR12"]
};

return asignatura;
}

```

Figura 4.11 Definición de los formularios para cada concepto de la asignatura

Como se puede observar en la imagen anterior y como se ha mencionado anteriormente, la asignatura está dividida en 9 temas diferentes cada uno de ellos divididos en una serie de conceptos. Además, a continuación del título del concepto, se encuentran las URL de los formularios de ejercicios correspondientes a dicho concepto. El sistema se ha desarrollado de tal forma que se puedan incluir cualquier cantidad de conceptos además de la posibilidad de incluir más de un formulario para cada uno de ellos (por si fuera necesario).

4.1.5 Diseño de la interfaz de usuario

A lo largo del desarrollo de la aplicación, se ha ido modificando la interfaz de la aplicación hasta llegar a una versión definitiva.

Dado que uno de los objetivos mencionados anteriormente era que la interfaz gráfica sea intuitiva y fácil de utilizar, en ella se pueden encontrar diferentes características que permiten cumplir con dicho objetivo. Algunas de estas características son el uso de colores que permitan una fácil lectura del texto, opciones con nombres representativos, etc.

Otra característica que mejora la usabilidad de la aplicación, es la poca variedad de opciones para cumplir una acción. Cada botón de la aplicación está destinado a realizar una acción determinada. Es decir, no existen rutas alternativas para realizar una misma acción. Esto permite que la curva de aprendizaje sea creciente, permitiendo dominar la aplicación en apenas un par de minutos. Otra ventaja derivada de esto, es que los usuarios no tendrán dificultad para realizar una acción determinada en la aplicación, ya que el número de pasos o pantallas para completar una tarea son mínimos.

A continuación, se detallan las diferentes secciones en las que se divide la aplicación, además de la funcionalidad de cada una de ellas.

- Mis logros (Figura 4.12, Figura 4.13, Figura 4.14): se trata de la pantalla principal de la aplicación. En ella, el estudiante podrá consultar toda la información referente a los premios e información de su perfil. El estudiante podrá consultar sus motivaciones básicas e intrínsecas, tipo de jugador que le representa y todos los premios y logros que ha conseguido por completar ejercicios, responder preguntas en el foro y los premios de las pruebas contrarreloj obtenidos.



Figura 4.12 Sección "Mis logros" de la aplicación web (I)

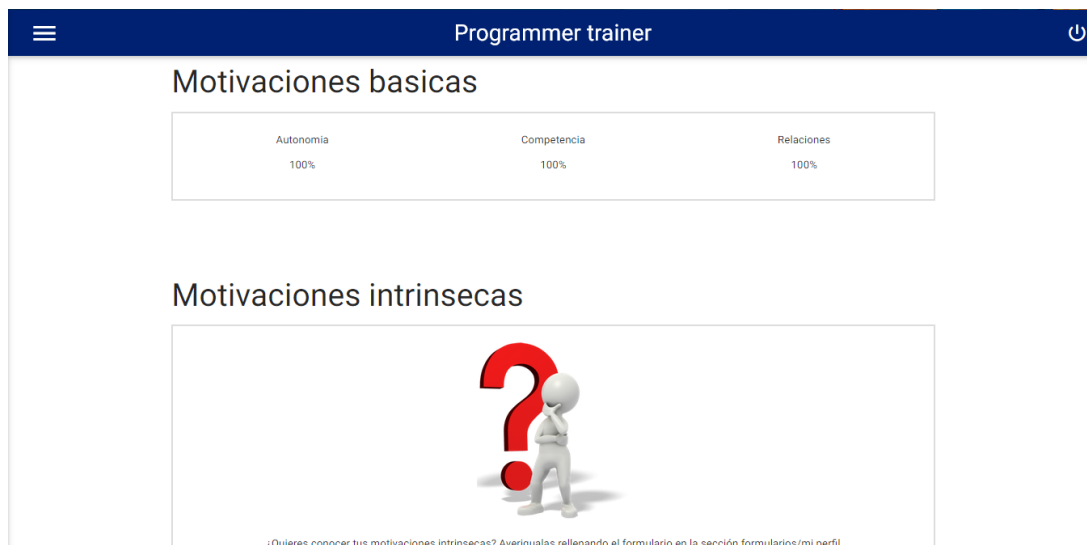


Figura 4.13 Sección "Mis logros" de la aplicación web (II)

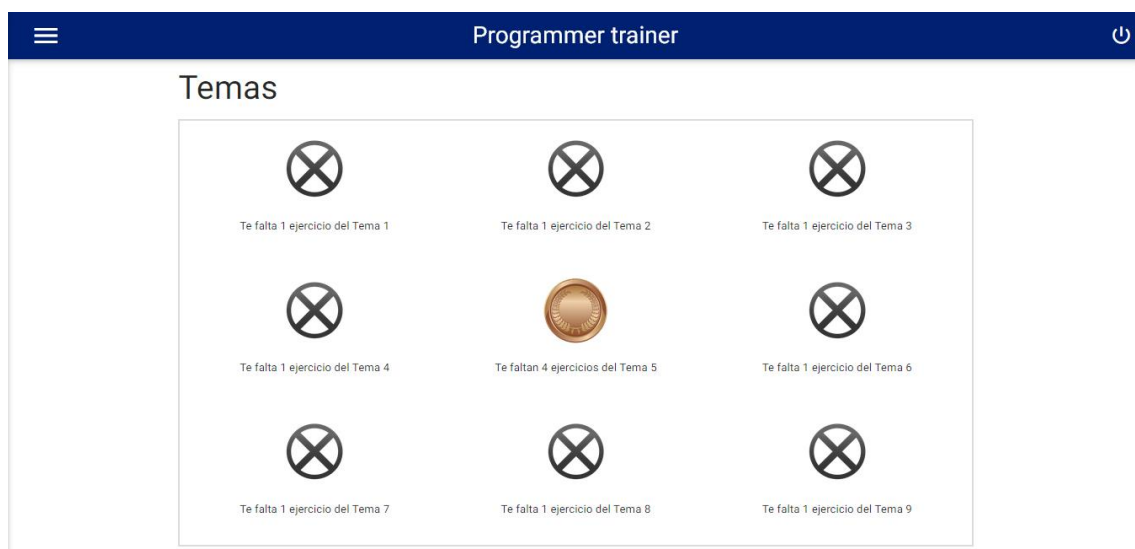


Figura 4.14 Sección "Mis logros" de la aplicación web (III)

- Proponer ejercicio: al seleccionar esta opción, el estudiante es redirigido a un Google Form en el cual puede proponer un ejercicio para ser resuelto en clase. Una vez que el estudiante complete el formulario, el profesor recibirá la respuesta y valorará si incluir o no dicho ejercicio para que sea realizado por el resto de compañeros.

- Ejercicios (Figura 4.15): en esta sección, se le muestran al estudiante todos los ejercicios divididos por temas que, a su vez, se encuentran divididos en conceptos. En esta sección, el estudiante podrá seleccionar el formulario de un concepto perteneciente a un tema que desee completar.

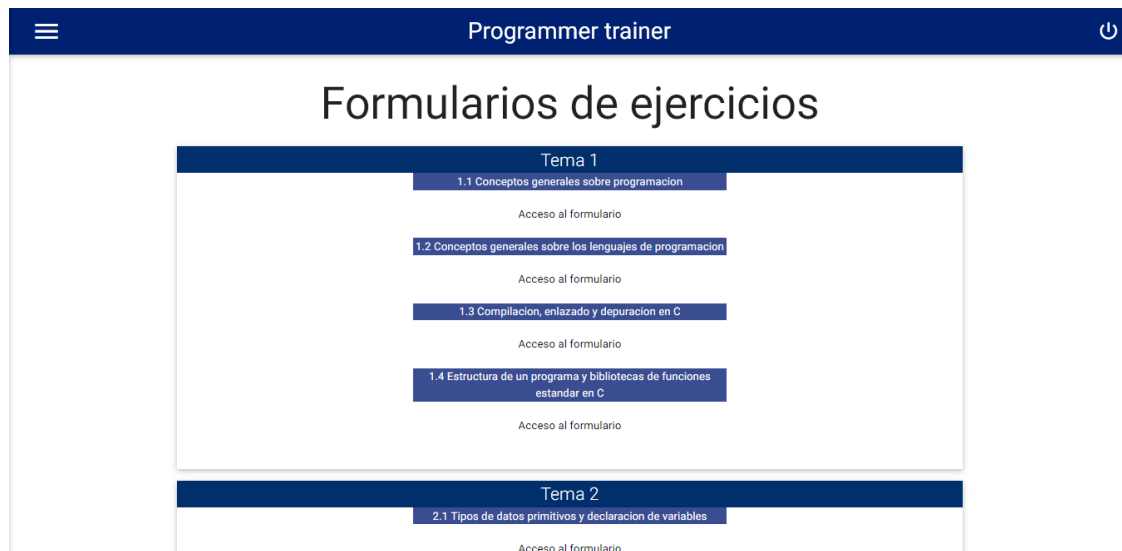


Figura 4.15 Sección "Ejercicios" de la aplicación web

- Foro (Figura 4.16): en esta página se muestran al estudiante todas las preguntas y respuestas realizadas por los compañeros de clase. Para cada pregunta y respuesta, se indica además el estudiante que ha aportado dicha información. Además, se incluye la opción de filtrar la lista de preguntas por los conceptos en los que se dividen los temas de la asignatura. En caso de que el estudiante desee resolver alguna duda, se incluyen dos botones (uno para preguntar y otro para responder) que le redirigirán a un formulario u otro dependiendo de si desea realizar una pregunta o responder otra realizada por un compañero.



Figura 4.16 Sección "Foro" de la aplicación web

- Formularios:
 - Mi perfil: en esta página, se le muestran al usuario los enlaces que debe seguir para completar los formularios que le permitirán conocer su tipo de jugador, sus motivaciones básicas y sus motivaciones intrínsecas.
 - Registrar equipo: esta opción redirige al estudiante al formulario en el cual registra un nuevo equipo para realizar las pruebas por equipos en la clase. En este formulario, se indica el nombre del equipo y los integrantes del mismo.

- Progreso:
 - Personal (Figura 4.17): en esta pantalla, se muestra el progreso de ejercicios completados por el estudiante. Esta sección es privada, por lo que solo podrá ser consultada por el estudiante que haya accedido a la aplicación en ese momento.



Figura 4.17 Sección "Progreso personal" de la aplicación web


- De la clase (Figura 4.18): en esta pantalla, se muestran diferentes gráficos en los que se pueden observar la cantidad de ejercicios realizados por cada uno de los estudiantes (de forma anónima, ya que no se incluye el nombre de los estudiantes) sobre el total de ejercicios del tema que corresponda. De esta forma, el estudiante podrá tener una visión general de cómo va la clase con respecto a un tema determinado.



Figura 4.18 Sección "Progreso de la clase" de la aplicación web

- Rankings: los rankings se tratan de una serie de ejercicios que se presentan a los estudiantes para que sean completados en un tiempo determinado. Se trata de una prueba contrarreloj en la que los estudiantes que respondan correctamente a todos los ejercicios en el menor tiempo posible, serán recompensados con un premio (visible en la pantalla "Mis logros") y con una cierta cantidad de puntos. El resto de puntos, serán repartidos entre el resto de estudiantes que hayan completado correctamente los ejercicios (aunque hayan consumido una mayor cantidad de tiempo). El sistema de puntuación escogido es similar al que se sigue en las carreras de Fórmula 1, en el que se premia a los 10 primeros pilotos en completar la carrera. Este sistema permite que, a pesar de que un estudiante no haya conseguido ser el primero en completar la prueba contrarreloj, tenga posibilidades de ser el primero en el ranking y, por lo tanto, poder seguir compitiendo con el resto de compañeros.


- Prueba individual: prueba contrarreloj que deben completar los estudiantes de forma individual.
- Individual (Figura 4.19): muestra una tabla de clasificación en la que se pueden observar los 10 primeros estudiantes con mayor puntuación.



Posicion	Nombre	Puntos
1	guidomartin.pepa	25
2	luis.pepa	0
3	cel.mateos	0
4	dante	0

Figura 4.19 Sección "Ranking individual" de la aplicación web

- Prueba en grupo: prueba contrarreloj que deben completar los estudiantes por equipos.
- En grupo (Figura 4.20): muestra una tabla de clasificación en la que se pueden observar los 5 primeros equipos con mayor puntuación.



Posicion	Equipo	Puntos
1	Equipo A	24
2	Dream team	9
3	Equipo B	0
4	Pro team	0

Figura 4.20 Sección "Ranking por equipos" de la aplicación web

- Tu opinión: se trata de una opción que redirige al estudiante a un formulario con el que se pretende recopilar información sobre la aplicación. Es decir, la valoración del sistema por parte del estudiante. Para obtener esta valoración, se utiliza una traducción del cuestionario System Usability Scale (SUS).

4.1.6 Interfaz gráfica

Debido a uno de los requisitos no funcionales mencionados anteriormente, se ha intentado seguir en la medida de lo posible, las guías definidas por Material Design (<https://material.io/guidelines/>).

Material Design consiste en una guía de diseño de interfaces utilizada en el sistema operativo Android, desarrollada por Google. A pesar de que ha sido diseñada principalmente para dispositivos móviles, se ha buscado adaptar el aspecto de la mayoría de aplicaciones web a dicha guía.

Además, dado que el sistema desarrollado es una aplicación web, los usuarios pueden acceder a ella desde diferentes dispositivos. Por esta razón, se debe tener en cuenta que la interfaz gráfica de la aplicación sea *responsive*.

El diseño web *responsive* consiste en diseñar y desarrollar una aplicación web con el objetivo de que pueda ser vista en cualquier dispositivo (ordenadores, tablets o smartphones) de forma correcta. Para ello, se utiliza HTML y CSS para escalar, ocultar, mover el contenido para que pueda ser visualizado de forma correcta en cualquier pantalla [35].

Algunas de las características del diseño web *responsive* son [36]:

- Los layout e imágenes son fluidos y se adaptan a cada pantalla.
- Permite reducir el tiempo de desarrollo.
- Evita los contenidos duplicados.
- Ahorro de costes al no desarrollar varias versiones de la web

Algunos elementos de la aplicación web desarrollada que siguen este tipo de diseño son: el menú lateral (ocupa un tamaño proporcional a la pantalla del dispositivo) o las imágenes de logros y permios (el tamaño de las imágenes se adecúa a la pantalla del dispositivo).

Una de las características importantes del desarrollo web responsive es que tiene en cuenta los principios de usabilidad. Si una web no es responsive, puede tener consecuencias negativas en cuanto a la usabilidad. Por ejemplo, si un usuario accede desde un dispositivo móvil y la aplicación web no es responsive, el usuario deberá hacer *scroll* por la pantalla para poder acceder a ciertas áreas de la web (tamaño de los elementos desproporcionado). Todo esto provocará una reacción negativa en el usuario que podría dejar de utilizar la aplicación web.

Como ejemplo de diseño responsive, en la Figura 4.21 y Figura 4.22, se puede observar que el tamaño del menú lateral es proporcional al tamaño de la pantalla.

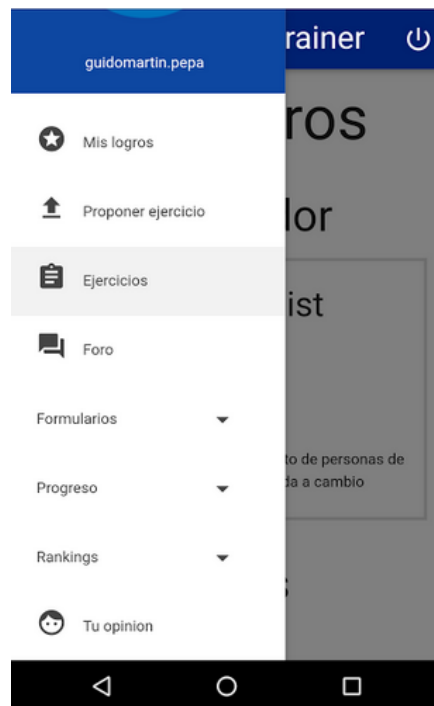


Figura 4.21 Menú de la aplicación desde dispositivo móvil

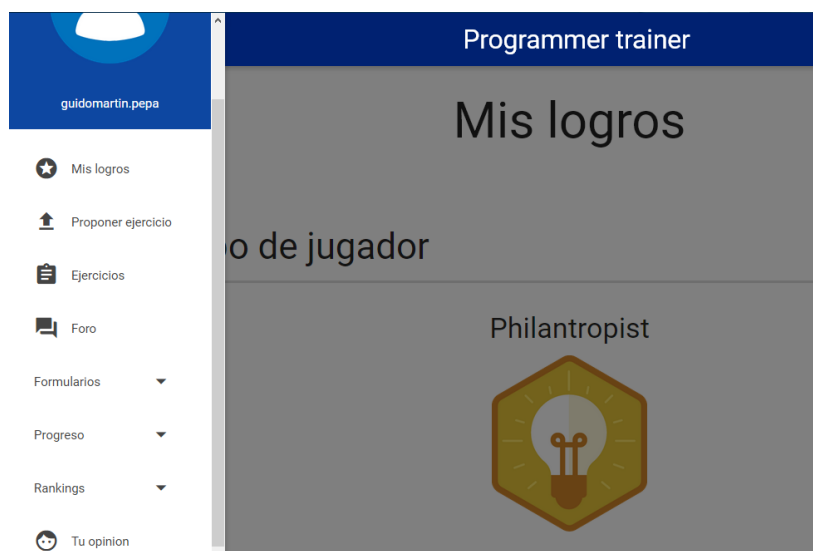


Figura 4.22 Menú de la aplicación desde un ordenador

4.2 Desarrollo del Sistema

Como se ha mencionado con anterioridad, los tipos de jugador a los que va orientado este trabajo son los *achievers*, *explorers*, *philanthropist* y los *socializers*.

Para el desarrollo del sistema gamificado, se ha tenido en cuenta las motivaciones y características de estos tipos de jugadores en las que se basan para cumplir un objetivo determinado.

Una vez identificado cada tipo de jugador con sus motivaciones (mencionadas en el apartado 1), se debe buscar un elemento gamificado que esté relacionado con dicha motivación. De esta forma, el jugador (en este caso el estudiante) se verá atraído por dicho elemento, lo que le llevará a cumplir las tareas que se le asignen.

En este apartado, se explicarán todos los elementos gamificados que se han implementado en la aplicación gamificada dependiendo del tipo de jugador y su motivación.

4.2.1 Objetivos y actividades de aprendizaje

Además de tener como objetivo el desarrollo de un sistema gamificado, hay que destacar que también se busca motivar a los estudiantes a que completen su proceso de aprendizaje de la mejor forma posible, haciendo el curso mucho más entretenido.

Para cumplir este objetivo, se ha diseñado una colección de 150 ejercicios relacionados con la asignatura de Programación. Dentro de esta colección de ejercicios, se encuentran no solo tareas que deban resolver los estudiantes sino cuestiones que les llevarán a buscar información sobre conceptos generales o curiosidades de la programación, ampliando su conocimiento en esta rama de la informática.

4.2.2 Mecánicas de gamificación

Existen numerosas mecánicas que se pueden aplicar para captar la atención de los jugadores. En este caso, las mecánicas seleccionadas han sido escogidas con el objetivo de ser implantadas en un entorno educativo. Es decir, se ha buscado la mejor relación entre los tipos de jugador y dichas mecánicas.

A continuación, se detallan las mecánicas que se han implementado en el sistema y la forma en la que éstas motivan a los estudiantes.

4.2.2.1 Mecánicas para los jugadores *achievers*

A los *achievers* les motivan aquellas dinámicas relacionadas con la obtención de logros y la competición con el resto de jugadores. Para captar su atención con respecto a dichas dinámicas, se ha decidido implantar dos tipos de mecánicas diferentes:

- Prueba contrarreloj: El propósito de esta prueba consiste en proponer una serie de ejercicios a los estudiantes para que sean resueltos en el menor tiempo posible y con un tiempo limitado. Con esta prueba, se otorgarán una serie de puntos a los estudiantes, a partir de los cuales se clasificarán en una tabla clasificatoria o ranking. Con esta prueba, se busca fomentar la competición entre los estudiantes. Se espera que los *achievers* busquen ser los primeros en el ranking u ocupar las primeras posiciones. Para ello, leerán días antes la materia de la asignatura con el objetivo de familiarizarse con los conceptos y ejercicios que se puedan plantear en dichas pruebas. De esta forma, además de competir están aprendiendo.
- Logros: para obtener logros, se deben completar todos los ejercicios que plantea el profesor para cada uno de los temas en los que se divide la asignatura. Dependiendo de la cantidad de ejercicios completados, se otorgarán diferentes rangos o niveles de medallas. Estos niveles son: sin nivel (no ha completado ningún ejercicio del tema), bronce (ha completado hasta un 70% de los ejercicios del tema), plata (ha completado hasta un 99% de los ejercicios del tema) y oro (ha completado todos los ejercicios del tema). Aplicando esta mecánica, se fomenta al estudiante a que intente conseguir la medalla de oro en todos los temas de la asignatura.

4.2.2.2 Mecánicas para los jugadores *explorers*

La motivación de este tipo de jugador es incrementar su conocimiento e indagar más en el conocimiento de un determinado tema.

Aplicado al entorno educativo, además de incluir en la colección de ejercicios preguntas que obligará a los estudiantes a buscar información extra, se ha implementado una mecánica específica para este tipo de jugadores.

La mecánica implementada ha sido la posibilidad de que el estudiante pueda proponer un ejercicio, dando la posibilidad de compartir su conocimiento de un tema determinado. Para ello, los estudiantes deberán rellenar un formulario que será evaluado posteriormente por el profesor. Si el profesor considera que el ejercicio es adecuado, podrá ser incluido dentro de la colección de ejercicios para que sea resuelto por el resto de estudiantes.

4.2.2.3 Mecánicas para los jugadores *philanthropists*

Este tipo de jugador busca poder ayudar a los demás de una forma altruista, es decir, sin recibir nada a cambio. Para este tipo de jugador, la mecánica implementada ha sido un foro.

El foro consiste en una página de la aplicación gamificada en la que los estudiantes pueden plantear sus dudas y preguntas para que sean respondidas por el resto de compañeros. Estas preguntas y respuestas se realizan a través de distintos formularios. En la aplicación, se pueden observar tanto el estudiante que realizó la pregunta como los estudiantes que la han respondido.

Debido a que esta mecánica se debe analizar en un periodo de tiempo largo, toda la información del foro es almacenada en un Google Spreadsheet. De esta forma, al cabo de un tiempo, se puede analizar cuál de todos los estudiantes ha ayudado más al resto de compañeros y si coincide o no con el tipo de jugador a estudiar (en este caso *philanthropist*).

4.2.2.4 Mecánicas para *socializers*

Este tipo de jugador busca mejorar todo aquello relacionado con los aspectos sociales.

Para este tipo de jugador, la mecánica implementada ha sido el trabajo en equipo (cooperación).

Para ello, el profesor propone una serie de ejercicios que deben ser completados por un equipo de estudiantes. Para fomentar que todos los estudiantes participen, el equipo que complete antes los ejercicios propuestos por el profesor ganará una serie de puntos. Este caso es similar a la prueba contrarreloj, pero en esta ocasión se realiza por equipos.

Para que la actividad sea mucho más entretenida, se les permite a los estudiantes nombrar su propio equipo.

En la aplicación, se muestra un ranking con los 5 equipos que tienen la mayor puntuación hasta el momento.

Debido a que los estudiantes tenderán a agruparse con sus amigos en lugar de conocer gente nueva, el profesor será el encargado de formar los diferentes equipos. Además, estos equipos podrán ir variando a lo largo del curso, de tal forma que todos los estudiantes tengan la oportunidad de conocerse entre sí.

4.2.3 Perfiles de usuario

4.2.3.1 Tipos de jugador

Para la selección de las diferentes mecánicas que se han implementado en la aplicación, ha sido necesario un estudio de los diferentes perfiles de los estudiantes con respecto a un entorno gamificado.

Debido a que el trabajo está centrado en un entorno educativo, se deben tener en cuenta tanto las propias motivaciones de los estudiantes como el tipo de jugador con el que más se asemejan.

Pueden encontrarse numerosos estudios que han tratado de categorizar a los distintos tipos de jugadores [6], [7], [37]. Cada uno de estos estudios, se centra en diferentes características para poder realizar esta categorización. De entre todos ellos, los que se consideran como referente son el test de Bartle y el test de Marczewski. A continuación, se detallarán las conclusiones a las que se han llegado en cada uno de estos estudios y el cuestionario que se ha escogido para este trabajo.

Por un lado, el modelo de Bartle se basa en realizar la clasificación de los jugadores de acuerdo a las acciones preferentes de los jugadores. A pesar de que en un inicio esta taxonomía describía jugadores de juegos multijugador, ahora también describe a jugadores de juegos individuales.

La taxonomía se basa en la teoría de los personajes. Esta teoría consta de cuatro tipos de personajes: los triunfadores, exploradores, los sociables y los asesinos. Cada uno de estos tipos de jugadores se clasifican de acuerdo a un modelo de cuadrantes donde el eje horizontal representa la preferencia por la interacción con otros jugadores frente a la exploración del mundo y el eje vertical representa la preferencia por las interacciones frente a las acciones (Figura 2.8).

Como se puede ver, la taxonomía de Bartle se encuentra muy orientada a los videojuegos, por lo que resulta poco adecuado utilizar este modelo en un entorno educativo. Sin embargo, este modelo ha servido como base a partir de la cual poder enfocar el estudio realizado ya que, a pesar de que el modelo está centrado en otra área (videojuegos), los tipos de jugador que se diferencian en este modelo, se pueden adaptar y encontrar en un entorno diferente al de los juegos.

Por otro lado, el modelo de Marczewski se encuentra mucho más orientado a sistemas de gamificación. Marczewski establece seis tipos de jugadores diferentes. Esta clasificación se ha realizado atendiendo a los objetivos que persiguen cada uno de los jugadores (Figura 2.12) y se explicó en la sección 2.1.2.5.

Una vez analizados estos modelos, el que mejor se adapta a este trabajo es el de Marczewski. A pesar de esto, existen todavía algunos tipos de jugadores que no se adecúan al trabajo, por lo que no se utilizará exactamente dicho modelo. En su lugar, se

utilizará una modificación de este modelo presentado por Iván Cantador Gutiérrez y Borja Gil Pérez [38].

En dicho trabajo, se realiza una adaptación y posterior validación de la clasificación de jugadores realizada por Marczewski. Esta adaptación consiste en eliminar a los “*players*” y a los “*disruptors*” de la clasificación de jugadores inicial. Esto se debe a que estos tipos de jugadores buscan su motivación en características extrínsecas y, en este trabajo, se busca motivar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje (más relacionado con las características intrínsecas de la persona). Es decir, los tipos de jugador que se analizarán en este trabajo son los *socializers*, *achievers*, *philanthropists* y *explorers*.

En el sistema gamificado, los estudiantes deberán rellenar un formulario gracias al cual podrán obtener el tipo de jugador que mejor les representa. Dicho formulario está compuesto por todas las preguntas identificadas en el trabajo presentado por Borja e Iván [38].

4.2.3.2 Identificación de motivaciones

Una vez identificados los tipos de jugador, es necesario relacionarlos con la motivación y objetivos que persiguen. Una vez encontrada esta relación, se podrá seleccionar las mecánicas y dinámicas de juego adecuadas para cada uno de los jugadores con el objetivo de captar lo máximo posible su atención.

Se ha realizado una investigación sobre las diferentes formas de medir la motivación de una persona. Existen una gran cantidad de trabajos en los cuales se presentan y validan una serie de preguntas gracias a las cuales se puede obtener la motivación de una persona determinada.

En primer lugar, se ha analizado el cuestionario “Estrategias de aprendizaje, motivación y rendimiento académico” [39], [40], también conocido como MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*). Este cuestionario se caracteriza por evaluar la orientación motivacional y el uso de diferentes estrategias de aprendizaje de los estudiantes en una asignatura determinada. Para realizar esta evaluación, el estudiante debe contestar las 81 preguntas o ítems que se le presentan en el cuestionario. Para ello, se utiliza una escala Likert cuyos valores se encuentran entre 1 (no me describe en absoluto) y 7 (me describe totalmente). Debido a que las preguntas que se planteaban en dicho cuestionario no eran las más adecuadas para lo que se buscaba en este trabajo, y por tener un gran número de preguntas (posiblemente se hubiera obtenido una participación muy baja de estudiantes para completar este cuestionario), se optó a analizar otros cuestionarios que pudiesen estar más enfocados a este trabajo.

En segundo lugar, se analizó el cuestionario conocido como *Big Five*. Este cuestionario se caracteriza por evaluar la forma de actuar de una persona y todos aquellos aspectos relacionados con la personalidad. Para ello, el estudiante debe responder las 50 preguntas

que forman el cuestionario con un valor entre 1 (en desacuerdo) y 5 (de acuerdo). Dependiendo de las respuestas de los estudiantes, se pueden obtener los siguientes rasgos de la personalidad:

- **Extraversión:** este rasgo de la personalidad se caracteriza por un pronunciado compromiso o unión con el mundo externo, es decir, la alta sociabilidad de un individuo. Las puntuaciones altas en este rasgo representan a personas muy sociables, mientras que las puntuaciones bajas representan a personas que prefieren trabajar solos.
- **Cordialidad, amabilidad o afabilidad:** refleja la capacidad de un individuo de ajustar su comportamiento para adaptarse al de otra persona. Las puntuaciones altas representan personas solidarias y altruistas, mientras que las puntuaciones bajas representan a personas egocéntricas, escépticas y competitivas.
- **Responsabilidad:** rasgo de la personalidad que representa a una persona honesta y trabajadora. Las puntuaciones altas representan a personas que tienden a seguir las reglas y las bajas puntuaciones tienen a ser personas desordenadas y que buscan engañar al resto.
- **Inestabilidad emocional o neuroticismo:** es el rasgo de la personalidad que refleja a una persona emocional. Las puntuaciones altas representan a personas con una alta inestabilidad emocional.
- **Abierto a la experiencia:** es el rasgo de la personalidad que refleja el interés de las personas de buscar nuevas experiencias y actividades intelectuales. Las puntuaciones altas representan a personas originales e imaginativas, mientras que las bajas representan a personas que tienden a ser convencionales en su conducta y apariencia y prefieren lo familiar a lo novedoso (conservadores).

Tras analizar las preguntas del cuestionario y los resultados que se iban a obtener, se vio que no eran adecuados para el objetivo que se pretendía alcanzar en este trabajo. Por esta razón y por tener un gran número de preguntas (tedioso para los estudiantes responderlas todas), se ha decidido descartar también este cuestionario.

En tercer lugar, se analizó el cuestionario denominado “indicador de tipo Myers-Briggs” (o MBTI por sus siglas en inglés). Se trata de un test de personalidad diseñado para identificar las preferencias personales de un individuo. Se trata de un cuestionario de 70 preguntas que permite obtener el tipo de personalidad de un individuo. Para ello, se utilizan 4 conjuntos de pares opuestos (extrovertido / introvertido, sensorial / intuitivo, racional / emocional y calificador / perceptivo), o “dicotomías” (Figura 4.23). Las posibles combinaciones entre estos conjuntos dan lugar a dieciséis tipos psicológicos. Cada uno de estos dieciséis tipos se identifica a través de una abreviatura de cuatro letras que se corresponden a las cuatro preferencias.

Por ejemplo:

- ENTJ: extroversión, intuición, pensamiento, calificador
- INTJ: introversión, intuición, pensamiento, calificador
- ISFP: introversión, sensorial, emocional, perceptivo
- INTP: introversión, intuición, pensamiento, perceptivo

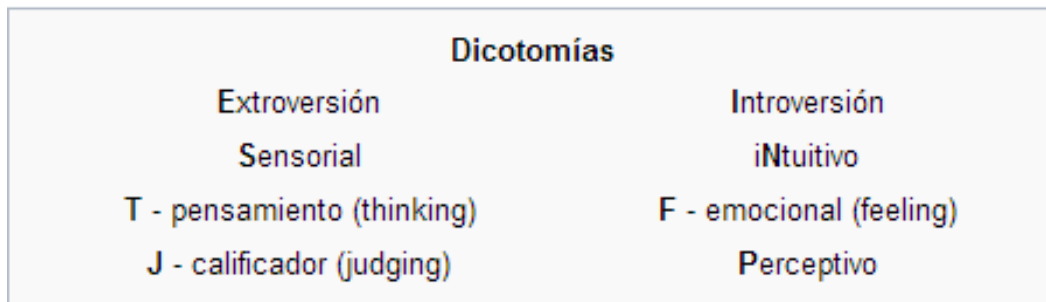


Figura 4.23 Pares de dicotomías según el modelo MBTI

En la Figura 4.24 (extraída de [41]), se resumen y describen los tipos de personalidad Myers-Briggs:

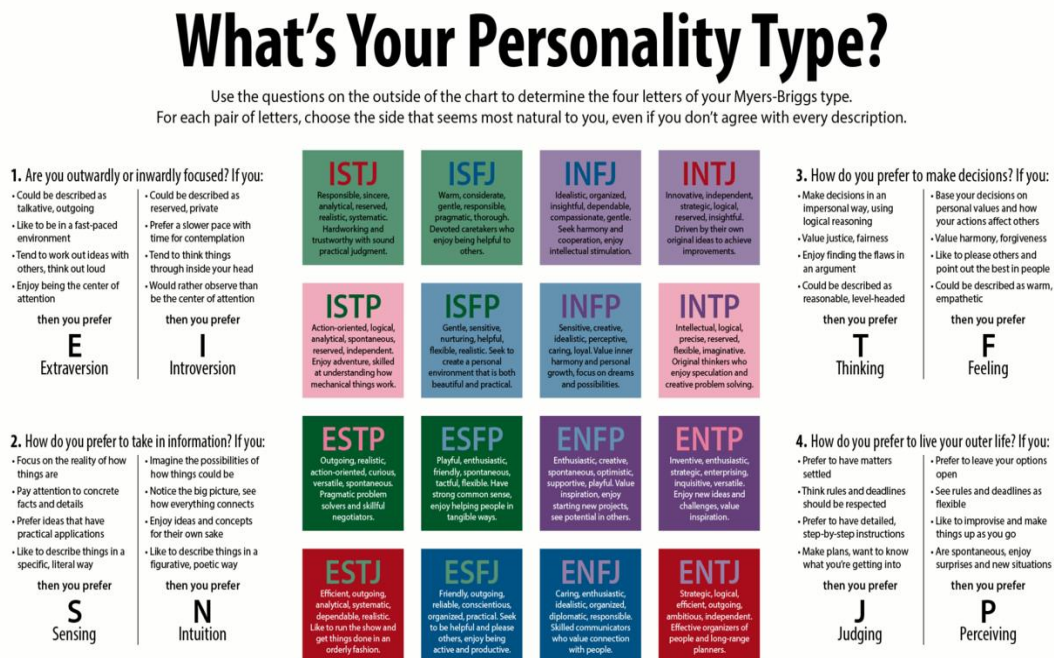


Figura 4.24 Tipos de personalidad según Myers-Briggs

Por motivos similares a los explicados en el cuestionario Big Five, se terminó descartando también.

Hasta ahora, los cuestionarios que se analizaron trataban aspectos sobre motivación y personalidad. El objetivo era encontrar un cuestionario que haya sido validado y que tratase las motivaciones básicas e intrínsecas de los alumnos, ya que este tipo de motivación está asociado con altos logros educativos y disfrute de los estudiantes. Profundizando en la búsqueda de un cuestionario que se adapte al caso de estudio de este trabajo, se encontró la teoría conocida como “*Self-Determination Theory*” (STD).

Esta teoría se basa en que todos los seres humanos tenemos tres necesidades psicológicas innatas (no aprendidas), y cuando esas necesidades están satisfechas, la persona es mucho más feliz, productiva y se encuentra mucho más motivada. Estas tres necesidades psicológicas son:

- Competencia: necesidad de las personas de ejercitar y mejorar sus habilidades.
- Autonomía: necesidad de las personas de tomar sus propias decisiones.
- Relaciones: necesidad de una persona a relacionarse con otros seres humanos.

Por tanto, esta teoría sostiene que para que una persona esté saludable psicológicamente, se debe tener un balance entre estas tres necesidades esenciales. Se han realizado diferentes experimentos para demostrar la importancia de la autonomía para la motivación. Por ejemplo: se seleccionaron dos grupos diferentes de estudiantes se les propuso resolver un rompecabezas. A los estudiantes del primer grupo se les pagó para que resolvieran el rompecabezas, mientras que a los del segundo grupo no se les ofreció ninguna recompensa. Cuando al primer grupo se les dijo que no se les iba a dar más recompensas, los estudiantes no quisieron continuar con el rompecabezas. En cambio, los estudiantes del segundo grupo continuaron resolviendo el rompecabezas a pesar de que no se les había recompensado por ello en ningún momento. Es decir, al introducir una recompensa se redujo la motivación de resolver el rompecabezas solo por la diversión que esto implica.

La conclusión que se obtiene de estos estudios y experimentos es que la motivación puede verse deteriorada cuando se ofrecen recompensas a las personas para que hagan alguna actividad, cuando dichas personas podrían haber decidido por ellas mismas hacer esas actividades. A esto se le llama el “efecto de la sobre justificación”.

Esta teoría ha sido aplicada a diferentes entornos como el educativo, deportivo, salud... dando lugar a diferentes tipos de cuestionarios. Para este trabajo, se utilizarán los cuestionarios orientados a un entorno educativo. Estos cuestionarios tratan las motivaciones y necesidades básicas y las motivaciones intrínsecas al haber hecho una actividad (en este caso, utilizar el sistema gamificado).

Para tratar las necesidades básicas se utiliza el “*Basic Psychological Need Satisfaction Scales*” (BPNS). Se trata de un conjunto de cuestionarios que miden el grado de

satisfacción de una persona por las tres necesidades mencionadas anteriormente. Entre todos los cuestionarios disponibles (varían dependiendo del dominio en el cual se desea aplicar), se ha decidido escoger el “*Basic Psychological Need Satisfaction Scale*”. Este cuestionario trata de forma general las motivaciones y necesidades básicas. Está formado por 21 preguntas o ítems (fácil y rápido para ser completado por los estudiantes).

Dado que los estudiantes van a realizar diferentes actividades en el sistema gamificado, se debe evaluar también la experiencia de forma subjetiva de los estudiantes con la utilización del sistema gamificado. Para ello, se utilizará el cuestionario conocido como “*Intrinsic Motivation Inventory*” (IMI). Gracias a este cuestionario, es posible medir el nivel de interés/disfrute de los estudiantes, competencia, esfuerzo, valor/utilidad mientras completan las diferentes actividades y utilizan el sistema gamificado. Al igual que el cuestionario anterior, está formado por un número reducido de preguntas (en este caso 25). Con los resultados de este cuestionario, es posible conocer el grado de interés/disfrute, valor/utilidad y elección del estudiante con respecto a la actividad de utilizar el sistema gamificado.

Como en el resto de casos, estos dos últimos cuestionarios deben estar disponibles en el sistema gamificado para que puedan ser completados por los estudiantes. Para ello, se incluye un enlace en la aplicación web que redirige a los estudiantes al Google Form correspondiente a cada uno de dichos cuestionarios. Una vez los alumnos han respondido todas las preguntas de los cuestionarios, se ejecutará de forma automática un fragmento de código escrito utilizando Google App Script que se encarga de obtener los resultados de las motivaciones del estudiante para, posteriormente, ser mostrados de forma clara en el sistema gamificado.

4.3 Sinopsis

A lo largo de la sección 4, se ha detallado el desarrollo del sistema gamificado de este trabajo.

Con respecto al diseño del sistema, por un lado, para conseguir una arquitectura ligera se ha utilizado una serie de herramientas desarrolladas por Google (Google Forms, Google Spreadsheets y Google App Script). La utilización de estas herramientas ha permitido que la carga de trabajo del sistema quede repartida y, como consecuencia, se ha conseguido que la arquitectura sea lo más ligera posible. Además, estas herramientas facilitan el hecho de que la aplicación sea adaptable a cualquier asignatura y dominio (realizando pequeñas modificaciones en el sistema), evita utilizar bases de datos convencionales (en las cuales es necesario tener conocimientos de informática para poder realizar modificaciones, por pequeñas que sean) y permiten que el sistema pueda ser utilizado por cualquier persona (ya que estas herramientas son muy sencillas de utilizar y no requieren ningún conocimiento de informática).

Por otro lado, se ha mostrado los diferentes pasos que se deben seguir para configurar el sistema y poder ser utilizado en un entorno educativo. Esencialmente, el profesor deberá crear los formularios de ejercicios (utilizando para ello la herramienta Google Forms), realizar pequeñas modificaciones en el código del sistema (para que el sistema utilice estos ejercicios nuevos) y, por último, actualizar la versión de la aplicación web en el servidor en el que se haya alojado.

Además, se han explicado las diferentes pantallas que forman el sistema. Todas estas pantallas, han sido diseñadas con el objetivo de que sean *responsive*. Gracias a esto, la aplicación web se adaptará para poder ser visualizada en cualquier tipo de pantalla.

Con respecto al desarrollo del sistema, se han explicado las diferentes decisiones que se han tomado con el objetivo de poder cumplir el objetivo de motivar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

En primer lugar, se han explicado las diferentes mecánicas que se han implementado en la aplicación web con el objetivo de motivar a los diferentes tipos de usuarios.

Por último, se han presentado las diferentes decisiones que se han tomado para seleccionar un cuestionario a partir del cual se puedan obtener los diferentes tipos de jugador (atendiendo a su motivación e intereses) y otros cuestionarios para conocer la motivaciones intrínsecas y básicas de cada uno de los usuarios.

Por un lado, el cuestionario seleccionado para conocer el tipo de jugador que representa a un usuario ha sido una adaptación del modelo de Marczewski. Se puede considerar que este modelo es el que mejor se adaptaba a la aplicación de la gamificación en un entorno educativo, ya que eliminaba del modelo a los jugadores “*players*” y “*disruptors*” permitiendo centrar el modelo en aquellos jugadores cuya motivación depende de características intrínsecas (proceso de aprendizaje).

Por otro lado, los cuestionarios seleccionados para obtener las motivaciones de un usuario pertenecen a la teoría conocida como “*Self-Determination Theory*” (STD). Concretamente, los cuestionarios utilizados son “*Basic Psychological Need Satisfaction Scale*” y “*Intrinsic Motivation Inventory*” (IMI). El primero de ellos, permite conocer de una forma general las motivaciones básicas de un usuario con respecto a 3 necesidades diferentes (competencia, autonomía y relaciones). El segundo de ellos, permite medir el nivel de interés/disfrute de los usuarios, competencia, esfuerzo, valor/utilidad mientras utilizan el sistema gamificado.

Capítulo 5

Evaluación

En este capítulo se detalla la evaluación que se ha seguido para poder probar y validar la aplicación web.

5.1 Configuración y proceso de validación

Debido a la dificultad en cuanto al tiempo disponible y la difícil implantación de la aplicación dentro de un curso académico (puede interferir en el programa que debería seguir la asignatura), los resultados que se han obtenido no se pueden considerar como válidos o ser utilizados como referencia. Estos datos deben utilizarse para tener una idea base sobre los requisitos y objetivos que se pretendían conseguir con el desarrollo del sistema y si se están completando como se esperaba. En cuanto a la evaluación del impacto de la gamificación, se debe realizar un análisis con mayor profundidad durante todo un curso académico. Esto se debe a que se han implementado mecánicas y dinámicas cuyos resultados deben ser analizados en un periodo largo de tiempo.

La evaluación realizada consiste en presentar la aplicación web a diferentes usuarios, que tras navegar por las diferentes opciones de la web, deberán completar un formulario gracias al cual, se obtendrá información relevante sobre aquellos aspectos y características que se pueden mejorar en la aplicación web con el objetivo de mejorar la experiencia del usuario.

Gracias a las respuestas recogidas, se podrán plantear diferentes mejoras que se deben incluir en la aplicación web para poder satisfacer las necesidades de los estudiantes.

Debido a que la aplicación está enfocada en el sector educativo, los usuarios que se buscaron para realizar esta evaluación debían ser, en la medida de lo posible, estudiantes o profesores.

El cuestionario utilizado se denomina *System Usability Scale* (SUS). Se trata de un cuestionario destinado a realizar una valoración de la usabilidad de una aplicación web.

Se trata de un cuestionario de tan solo 10 preguntas las cuales se deben responder utilizando una escala Likert. Con los resultados obtenidos, se podrá obtener una visión global de la opinión subjetiva de los usuarios sobre las características relacionadas con la usabilidad de la aplicación web.

Debido a la brevedad de la evaluación, los resultados obtenidos y analizados en este experimento no se encuentran validados por completo, pero sirven para tener una idea base para saber si los requisitos que se pretendían conseguir con el desarrollo de esta aplicación se están cumpliendo de forma adecuada o es necesario realizar alguna modificación en un futuro.

Para esta evaluación, han participado 16 usuarios diferentes.

Tras recoger las respuestas de los usuarios al cuestionario, se obtiene una puntuación de usabilidad de la aplicación. Si ésta supera 68 puntos, se considera que la aplicación se encuentra por encima de la media en términos de usabilidad.

Para realizar el cálculo de la puntuación del SUS para cada usuario, se han seguido las instrucciones indicadas en el “manual” de uso del cuestionario SUS [42].

Puntuación SUS
85
87,5
57,5
87,5
75
97,5
85
82,5
90
77,5
87,5
95
92,5
100
90
92,5

Tabla 5.1 Resultados evaluación de usabilidad

Los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 5.1 Resultados evaluación de usabilidad:

Como se puede observar en la imagen anterior, la mayoría de respuestas han considerado que la aplicación web desarrollada es un sistema usable.

Si se realiza la media de los resultados anteriores se obtiene una puntuación de 86.41. Esto significa que la aplicación web se encuentra por encima de la media, en cuanto a términos de usabilidad se refiere.

Tras realizar esta evaluación y recopilar los comentarios de los usuarios con respecto de la aplicación, se han extraído las siguientes conclusiones:

- En ocasiones, a algunos usuarios les resultaba complejo o difícil el poder acceder al área de registro en la aplicación. Esto se debe a que el idioma del enlace que redirige a los usuarios a la zona de registro no era el adecuado. Por esta razón, un cambio que se debe incluir en futuras versiones de la aplicación web será la posibilidad de modificar el idioma. Además, con la inclusión de esta mejora, cualquier estudiante podrá utilizar la aplicación web sin ninguna dificultad, independientemente de la zona geográfica en la que se encuentre.
- Se deben mejorar aquellos aspectos relacionados con la personalización de la web. Algunos usuarios mencionaron que les gustaría poder tener una opción gracias a la cual puedan modificar su avatar, cambiar el tema (color) de la web, etc.
- Se deben incluir las opciones para recuperar tanto el nombre de usuario (correo de registro) como la contraseña (en caso de que el usuario la olvide).

En futuras versiones de la aplicación web, se incluirán las diferentes funcionalidades demandadas por los usuarios y se volverán a realizar pruebas con el objetivo de poder confirmar que estas nuevas funcionalidades y mejoras se han implementado de forma correcta.

Capítulo 6

Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo, se mencionarán las conclusiones que se han extraído a partir del trabajo y de la evaluación realizada. Además, se detallan las posibles líneas de trabajo futuro que se deben seguir para continuar y mejorar este trabajo.

6.1 Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se ha detallado cómo ha sido el desarrollo de un sistema e-learning gamificado con el objetivo de poder evaluar posteriormente el impacto de la gamificación en un entorno educativo.

En un inicio, se plantearon una serie de objetivos que debía cumplir el sistema gamificado a desarrollar. Tras el desarrollo de este trabajo, se puede observar que dichos objetivos han sido cumplidos.

Por un lado, se ha conseguido desarrollar una aplicación web ligera en cuanto a arquitectura y recursos necesarios para su puesta en marcha. Esto se ha conseguido gracias al uso de las herramientas desarrolladas por Google (Google Forms, Google Spreadsheets y Google App Script).

Por otro lado, en cuanto al apartado estético de la aplicación web, se ha conseguido un diseño intuitivo y acorde a las guías de diseño de Material Design. Este objetivo ha sido cumplido gracias a la herramienta Materialize, que ha permitido crear el apartado estético de la aplicación web siguiendo dichas guías de diseño.

Además, la aplicación web ha sido desarrollada con la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de asignatura en la cual se desee implantar dicho sistema. Esto permitirá que cualquier profesor, independientemente de la asignatura que imparta, pueda configurar a su gusto la aplicación web y poder así realizar las evaluaciones pertinentes durante un curso.

Por último, la aplicación web incluye una serie de mecánicas y dinámicas con el objetivo de que se pueda realizar una evaluación y estudio del impacto de la gamificación en un entorno educativo.

Como conclusión de la evaluación llevada a cabo, se ha podido realizar una primera validación de la usabilidad del sistema. Los resultados obtenidos reflejan que la aplicación es bastante usable (se encuentra por encima de la media con respecto a términos de usabilidad).

6.2 Trabajo futuro

Toda aplicación web, tras procesos de diseño y desarrollo, pasa por una fase de mantenimiento cuya duración abarca el tiempo de vida de la propia aplicación. En este trabajo, se ha presentado una primera versión de una aplicación web gamificada y, por este motivo, una de las principales líneas de trabajo futuro será el mantenimiento de la misma. La fase de mantenimiento irá enfocada a las modificaciones y actualizaciones que se incorporen en la aplicación con el objetivo de mejorar el aspecto estético de algunas de sus pantallas, incorporación de nuevas funcionalidades y mecánicas, etc.

Como se ha podido observar en este trabajo, la parte de motivación, tipos de jugador, mecánicas y dinámicas son una parte fundamental de la aplicación. En este trabajo, se han analizado diferentes tipos de cuestionarios para obtener tanto los tipos de jugador y motivación de los estudiantes. Sin embargo, se deberá continuar la investigación con el objetivo de conseguir un cuestionario que permita establecer mejor el perfil de usuario para permitir una mejor adaptación. Estos cuestionarios deberán estar validados y evaluados correctamente para que los resultados que se obtengan de su análisis y estudio sean adecuados.

Otra línea fundamental de trabajo será la implantación de la aplicación web durante un periodo de tiempo mucho mayor, por ejemplo, un curso entero. Con los resultados que se obtengan de dicho experimento y la retroalimentación recopilada de los estudiantes, se podrán mejorar aspectos de la aplicación web, mejorar la forma de implementar una mecánica determinada, etc. El análisis de todos estos datos permitirá mejorar en aspectos generales la aplicación web hasta conseguir un sistema gamificado que sea utilizado en un entorno educativo cualquiera.

Además, se debe realizar un estudio mucho más profundo y detallado sobre la relación entre los tipos de jugador y las motivaciones de los estudiantes, ya que se trata de un sector que se encuentra en continua investigación. El objetivo final será conseguir un modelo validado y probado, además de estudiar y analizar diferentes métodos que se podrían utilizar para poder obtener los tipos de jugador y las motivaciones de los estudiantes.

Referencias

- [1] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "From game design elements to gamefulness: defining gamification," in *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, 2011, pp. 9–15.
- [2] K. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. .
- [3] M. D. Hanus and J. Fox, "Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance," *Comput. Educ.*, vol. 80, pp. 152–161, Jan. 2015.
- [4] S. de Sousa Borges, V. H. S. Durelli, H. M. Reis, and S. Isotani, "A systematic mapping on gamification applied to education," in *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, 2014, pp. 216–222.
- [5] K. Seaborn and D. I. Fels, "Gamification in theory and action: A survey," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 74, pp. 14–31, Feb. 2015.
- [6] R. Bartle, "Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs," *J. MUD Res.*, vol. 1, no. 1, p. 19, 1996.
- [7] A. Marczewski, "Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design.," *Gamified UK*, 2015. [Online]. Available: <http://www.amazon.co.uk/Even-Ninja-Monkeys-Like-Play/dp/1514745666/>.
- [8] J. Hamari and J. Tuunanen, "Player types: A meta-synthesis," *Trans. Digit. Games Res. Assoc.*, vol. 1, no. 2, 2014.
- [9] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara, and D. Dixon, "Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts," in *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '11*, 2011, p. 2425.
- [10] C. C. Abt, *Serious games*. University press of America, 1987.
- [11] D. R. Michael and S. L. Chen, *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.
- [12] A. Marczewski, "Differences between Gamification and Games," *Gamified UK*. 2014.
- [13] A. Marczewski, "The intrinsic motivation ramp," 2013.
- [14] A. Marczewski, "What's the difference between Gamification and Serious Games?," *Gamasutra*, 2013.
- [15] R. Hunicke, M. LeBlanc, and R. Zubek, "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research," *Work. Challenges Game AI*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2004.

- [16] J. M. Keller, "Development and use of the ARCS model of instructional design," *J. Instr. Dev.*, vol. 10, no. 3, pp. 2–10, 1987.
- [17] J. M. Keller, *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer Science & Business Media, 2009.
- [18] K. Werbach and D. Hunter, *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press, 2012.
- [19] C. Mora, "Qué es, mecánicas y dinámicas de la gamificación," 2015. [Online]. Available: <https://gamificationedufis.wordpress.com/2015/05/27/que-es-mecanicas-y-dinamicas-de-la-gamificacion/>.
- [20] U. de vic) (UVIC, "Gamification." [Online]. Available: <http://usr.uvic.cat/pirp1303/files/2013/05/UVIC-CGS-GAMIFICATION-2S2012-13.pdf>.
- [21] R. M. Ryan and E. L. Deci, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being.," *Am. Psychol.*, vol. 55, no. 1, p. 68, 2000.
- [22] M. Gagné and E. L. Deci, "Self-determination theory and work motivation," *J. Organ. Behav.*, vol. 26, no. 4, pp. 331–362, 2005.
- [23] F. A. Bertran, "Tipos de jugadores en Gamification: teoría Bartle," 2013. [Online]. Available: <http://www.iebschool.com/blog/tipos-jugadores-gamification-2-innovacion/>.
- [24] R. A. Bartle, *Designing virtual worlds*. New Riders, 2004.
- [25] A. Marczewski, "A Player Type Framework for Gamification Design," *Gamified UK*, 2015.
- [26] J. V. Berrocoso, "Gamificación en la docencia universitaria: orientaciones para el diseño pedagógico," 2016. [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/jevabe/gamificacin-en-la-docencia-universitaria-orientaciones-para-el-diseo-pedaggico>.
- [27] M. J. Rosenberg, *E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age*, vol. 9. McGraw-Hill New York, 2001.
- [28] C. de F. P. (CFP, "E-learning. Definición y características," 2007. [Online]. Available: <http://www.cfp.us.es/e-learning-definicion-y-caracteristicas>.
- [29] C. Dalsgaard, "Social software: E-learning beyond learning management systems," *Eur. J. Open, Distance e-learning*, vol. 9, no. 2, 2006.
- [30] W. Watson and S. L. Watson, "An Argument for Clarity: What are Learning Management Systems, What are They Not, and What Should They Become.," 2007.
- [31] Y. C. Sánchez, "23 Ventajas y Desventajas de Estudiar en Linea." [Online]. Available: <https://www.lifeder.com/ventajas-desventajas-estudiar-linea/>.

-
- [32] M. Gimenez, “Ventajas y desventajas de la gamificación,” 2016. [Online]. Available: <http://maritagimenez.blogspot.com.es/2016/11/ventajas-y-desventajas-de-la.html>.
- [33] J. Hamari, J. Koivisto, and H. Sarsa, “Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification,” in *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2014, pp. 3025–3034.
- [34] F. Roosta, F. Taghiyareh, and M. Mosharraf, “Personalization of gamification-elements in an e-learning environment based on learners’ motivation,” in *2016 8th International Symposium on Telecommunications, IST 2016*, 2017, pp. 637–642.
- [35] W3schools.com, “HTML Responsive Web Design.” [Online]. Available: https://www.w3schools.com/html/html_responsive.asp.
- [36] Socialmood, “¿Qué es el diseño responsive?” [Online]. Available: <https://www.40defiebre.com/que-es/disenio-responsive/>.
- [37] A. J. Kim, “Beyond Player Types: Kim’s Social Action Matrix,” 2014. [Online]. Available: <http://amyjokim.com/blog/2014/02/28/beyond-player-types-kims-social-action-matrix/>.
- [38] I. Cantador and B. Gil, “Applying Gamification to Education: A Case Study in an E-learning Environment.” 2015.
- [39] P. R. Pintrich, D. A. F. Smith, T. Duncan, and W. J. McKeachie, “A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ),” *Ann Arbor. Michigan*, pp. 1–80, 1991.
- [40] P. R. . A. O. Pintrich and A, “Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ),” *Mediterr. J. Soc. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 156–164, 2015.
- [41] Wikipedia, “Myers–Briggs Type Indicator.” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Myers-Briggs_Type_Indicator.
- [42] J. Brooke, “System Usability Scale (SUS): A Quick-and-Dirty Method of System Evaluation User Information.,” in *Usability Evaluation In Industry*, vol. 189, no. 194, 1996, pp. 4–7.

Anexos

A Anexo cuestionario System Usability Scale (SUS)

Cuestionario para el cálculo del *System Usability Scale*

Fuente: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>

System Usability Scale

© Digital Equipment Corporation, 1986.

	Strongly disagree					Strongly agree
1. I think that I would like to use this system frequently	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
2. I found the system unnecessarily complex	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
3. I thought the system was easy to use	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
5. I found the various functions in this system were well integrated	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
6. I thought there was too much inconsistency in this system	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
8. I found the system very cumbersome to use	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
9. I felt very confident using the system	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	1	2	3	4	5	